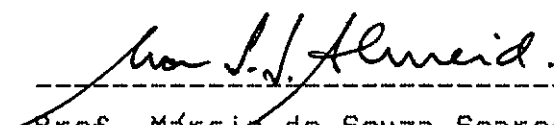


SISTEMA AUTOMÁTICO DE AQUISIÇÃO DE DADOS PARA ENSAIO TRIAXIAL

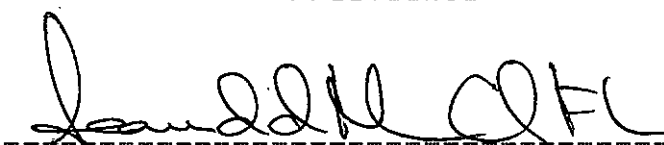
Emidio Neto de Souza Lira

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE
PÓS GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE
JANEIRO, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS (M.Sc.) EM ENGENHARIA CIVIL.

Aprovada por:



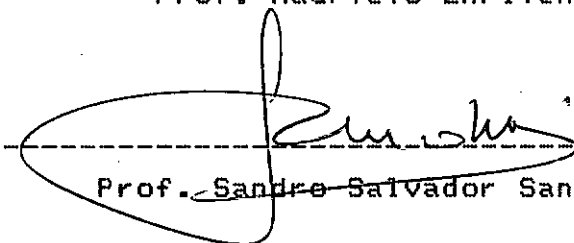
Prof. Márcio de Souza Soares de Almeida
Presidente




Prof. Leandro de Moura Costa Filho



Prof. Maurício Ehrlich



Prof. Sandro Salvador Sandroni



Prof. Tácio Mauro Pereira de Campos

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JULHO - 1988

LIRA, EMIDIO NETO DE SOUZA.

Sistema Automático de Aquisição de Dados
para Ensaio Triaxial (Rio de Janeiro) 1988.

XIII, 202 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc.,
Engenharia Civil, 1988)

Tese - Universidade Federal do Rio de
Janeiro, COPPE.

1. Automação

2. Ensaio Triaxiais

I. COPPE/UFRJ

II. Título

(Série)

AGRADECIMENTOS

A elaboração de um trabalho de tese experimental envolve direta ou indiretamente um grande número de pessoas. Gostaria de agradecer:

- . a valiosa idealização e orientação deste trabalho feita pelo profissional e amigo Márcio de Souza Soares de Almeida.

- . a todo o corpo de funcionários do Laboratório de Geotecnia da COPPE-UFRJ, em especial aos Engenheiros Eduardo Nazareth Paiva e Sérgio Idório. O primeiro pelo apoio no desenvolvimento do software e ajuda nas soluções de hardware. O segundo pelo apoio e ensinamentos na montagem dos ensaios.

- . ao Prof. Tiago do Programa de Engenharia Oceânica da COPPE pela valiosa ajuda e conselhos na utilização de amplificadores de sinal.

- . ao estagiário Júlio Pimenta pelo desenvolvimento da grande maioria do software gráfico.

- . às diversas contribuições feitas pelos amigos mestrandos Paulo Sérgio de Almeida Barbosa e Sérgio Roberto Ladeira de Carvalho.

- . ao apoio financeiro proporcionado pela CAPES que tornou possível a elaboração deste trabalho.

- . ao incentivo e apoio prestados pela minha família em especial ao Tio Lula e sua esposa Marilene.

- . ao Gilmar pela execução de grande parte das figuras.

- . a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.):

SISTEMA AUTOMÁTICO DE AQUISIÇÃO DE DADOS PARA ENSAIO TRIAXIAL

Emidio Neto de Souza Lira

Julho - 1988

Orientador: Prof. Márcio de Souza Soares de Almeida

Programa: Engenharia Civil

Esta dissertação descreve inicialmente os componentes de sistemas de aquisição de dados baseados em microcomputadores, sua utilização em ensaios geotécnicos e as dificuldades que podem surgir com a implantação dos mesmos.

Apresenta-se a seguir o sistema automático de aquisição de dados implantado no Laboratório de Geotecnia da COPPE. O sistema implementado foi utilizado no acompanhamento de ensaios triaxiais não-drenados dos tipos UU e CIU, sendo os resultados dos mesmos apresentados em formato de relatórios. O material ensaiado foi uma argila mole da região do Caju, na Baía da Guanabara, retirada sob um aterro sanitário.

Os resultados dos ensaios são analisados à luz da teoria dos estados críticos como forma de dar subsídios à uma futura retro-análise da ruptura ocorrida no local de extração do material.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

AUTOMATIC DATA ACQUISITION SYSTEM TO TRIAXIAL TEST

Emidio Neto de Souza Lira

July - 1988

Chairman: Márcio de Souza Soares de Almeida
Department: Civil Engineering

Microcomputer based data acquisition system are initially described. The use of these systems for geotechnical tests and the difficulties that may arise when implementing these systems are emphasised.

The data acquisition system at the COPPE Geotechnical Laboratory is subsequently described. This system was used to log undrained triaxial tests, the results of these being presented in a report type format. The material tested was a soft clay of the Caju District close to Guanabara Bay and sampled under a failed sanitary fill.

Test results are analysed in the lighth of critical state soil mechanics theory. This is hoped to contribute to the back calculation of the sanitary fill failure.

ÍNDICE

	pág.
I. INTRODUÇÃO	1
I.1. Considerações Gerais	1
I.2. Objetivo	2
I.3. Relevância	2
I.4. Conteúdo dos Capítulos.....	3
II. SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE AQUISIÇÃO DE DADOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E DESCRIÇÃO DO SISTEMA IMPLEMENTADO	5
II.1. Introdução	5
II.2. Descrição de Sistemas Automáticos de Aquisição de Dados	5
II.2.1. Utilização	5
II.2.2. Componentes de um Sistema	6
II.2.3. Unidades Autônomas de Aquisição	10
II.3. Condicionamento de Sinal	10
II.4. Ruído Elétrico	11
II.5. Programas de Computador	12
II.6. Descrição do Sistema Automático de Aquisição de Dados do Laboratório de Geotecnia da COPPE-UFRJ.	12
II.6.1. Equipamentos do Sistema	13
II.6.2. Bancada para Sistemas Automáticos de Aquisição de Dados	16
II.6.3. Programas Desenvolvidos para Ensaios de Laboratório	16
II.7. Implantação de um Sistema Automático de Aquisição de Dados	23
II.7.1. Implantação do Sistema Automático de Aquisição de Dados do Laboratório de Geotecnia da COPPE-UFRJ	26
II.8. Considerações Finais	26
II.8.1. Confiabilidade dos Sistemas de Aquisição de Dados	26
II.8.2. Sistema de Varredura de Ensaios	27

III. DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E TÉCNICAS UTILIZADAS	29
III.1. Introdução	29
III.2. Aparato Triaxial	29
III.3. Instrumentação	30
III.3.1. Transdutor de carga	30
III.3.2. Transdutor de deformação	33
III.3.3. Transdutor de poro pressão	34
III.3.4. Transdutor de volume	37
III.4. Técnicas Experimentais Utilizadas	49
III.4.1. Extração e moldagem	49
III.4.2. Montagem do Ensaio	50
IV. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	54
IV.1. Introdução	54
IV.2. Material Ensaado	54
IV.3. Programa de Ensaio Triaxiais	56
IV.3.1. Ensaio CIU preliminares	56
IV.3.2. Ensaio UU	57
IV.3.3. Ensaio CIU definitivos	57
IV.4. Apresentação e Análise dos Resultados dos en-	
saio CIU	57
IV.4.1. Resultados dos Ensaio	57
IV.4.2. Valores Teóricos de Resistência não-dre-	
nada (S_u) e do parâmetro de poro pres-	
são (A)	69
IV.4.3. Resistência não-drenada e parâmetro de	
poro pressão	75
IV.4.4. Comparação entre Resultados de Curvas de	
Ensaio e Cálculos Teóricos através de	
Estados Críticos	79
IV.5. Ensaio UU	84
V. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISA	91
V.1. Introdução	91
V.2. Conclusões	91
V.2.1. Implementação do Sistema de Aquisição de	
Dados	91
V.2.2. Resultados dos Ensaio Triaxiais	92

U.3. Sugestões para pesquisas futuras.....	93
U.3.1. Sistemas de aquisição de dados.....	93
U.3.2. Ensaios triaxiais na argila do Caju.....	93
REFERÊNCIAS.....	95
APÊNDICE I	101
APÊNDICE II	108
REFERÊNCIAS DO APÊNDICE II.....	118
APÊNDICE III.....	119

ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura II.1 - Grandezas que definem a precisão do transdutor	7
Figura II.2 - Efeitos dos ruídos da fonte no sinal do transdutor	9
Figura II.3 - Configuração básica do SAAD do laboratório de geotecnia da COPPE/UFRJ	13
Figura II.4 - Esquema geral da bancada desenvolvida para automação de ensaios	17
Figura II.5 - Apresentação dos resultados em forma de planilha	20
Figura II.6 - Gráfico fornecido pelo programa PINTOR	21
Figura II.7 - Gráficos fornecidos pelo programa IMAGEM ..	22
Figura II.8 - Curva de adensamento (escala logarítmica do tempo) fornecida pelo programa SERV01	24
Figura II.9 - Curva de adensamento (escala raiz do tempo) fornecida pelo programa SERV01	25
Figura III.1 - Esquema geral do equipamento triaxial e sua instrumentação	30
Figura III.2 - Corte esquemático do transdutor de carga interno do tipo Imperial College. Em detalhe a roseta	31
Figura III.3 - Corte esquemático do suporte de calibração do transdutor de carga interno.....	32
Figura III.4 - Sistema de pendural utilizado na calibração do transdutor de carga interno	32
Figura III.5 - Aparato utilizado na calibração do LVDT ...	34
Figura III.6 - Sistema de potes de mercúrio	35
Figura III.7 - Conjunto transdutor de poro pressão e bloco de acrílico	36
Figura III.8.a - Sistema de bureta para variação de volume	38
Figura III.8.b - Bureta graduada dentro de uma câmara de acrílico	39
Figura III.9 - Esquema do equipamento de medida através de bóia	40
Figura III.10 - Esquema do medidor por eletrólito	41

Figura III.11	- Esquema do equipamento de pesagem direta ..	42
Figura III.12	- Esquema do equipamento com viga em balanço	43
Figura III.13	- Esquema da bureta com servo-mecanismo	44
Figura III.14	- Esquema do sistema com potes de mercúrio ..	44
Figura III.15	- Corte esquemático do medidor elétrico de volume do tipo Imperial College	46
Figura III.16	- Corte esquemático do medidor de variação de volume utilizado neste trabalho	47
Figura III.17	- Top cap utilizado nos ensaios preliminares.	52
Figura III.18	- Top cap utilizado nos ensaios definitivos .	53
Figura IV.1	- Planta geral da Baixada Fluminense e local de extração do material ensaiado	55
Figura IV.2	- Perfil esquemático do local de extração do material ensaiado	55
Figura IV.3	- Curvas tensão x deformação dos ensaios CIU normalmente adensados preliminares	59
Figura IV.4	- Curvas tensão x deformação dos ensaios CIU normalmente adensados definitivos	61
Figura IV.5	- Curvas poro pressão x deformação dos ensaios CIU normalmente adensados definitivos .	63
Figura IV.6	- Curvas σ'_1/σ'_3 x deformação dos ensaios CIU normalmente adensados definitivos	64
Figura IV.7	- Curvas parâmetro A x deformação dos ensaios CIU normalmente adensados definitivos	65
Figura IV.8	- Trajetória de tensões dos ensaios CIU definitivos e envoltória de ruptura para $\sigma_{d\text{máx}}$.	67
Figura IV.9	- Curvas de resistência não-drenada normalizada dos ensaios definitivos	68
Figura IV.10	- Curvas tensão x deformação dos ensaios CIU 25 e 28 pré-adensados definitivos	70
Figura IV.11	- Curva tensão x deformação do ensaio CIU 27 pré-adensado definitivo	71
Figura IV.12	- Adensamento isotrópico em estágios do corpo de prova 09	73
Figura IV.13	- Resistência não-drenada (S_u) versus tensão confinante (σ'_c) para amostras normalmente adensadas	75
Figura IV.14	- S_u/σ'_c teórico e medido versus OCR	76
Figura IV.15	- S_u/σ'_c teórico e medido versus OCR	77

Figura IV.16	- $(S_u/\sigma'_v)/(\sigma'_v/\sigma'_v)$ teórico e medido versus OCR	78
Figura IV.17	- Parâmetro de poro pressão A teórico e medido versus OCR	78
Figura IV.18	- Parâmetros de estados críticos	80
Figura IV.19	- Determinação dos módulos G_{50} e G_{dr}	81
Figura IV.20	- Comparação entre curva experimental e a previsão teórica do modelo Cam-Clay Modificado para $\sigma'_v(na) = 400$ kPa	82
Figura IV.21	- Comparação entre a curva experimental e a previsão teórica do modelo Cam-Clay Modificado para $\sigma'_v(na) = 600$ kPa	83
Figura IV.22	- Curvas tensão x deformação dos ensaios UU..	85

SIMBOLOGIA

A	: Parâmetro de poro pressão
a'	: Intercepto de coesão no diagrama $s' \times t'$
Aec	: Parâmetro de poro pressão na condição de estado crítico
Af	: Parâmetro de poro pressão na ruptura
c'	: Coesão
Cc	: Índice de compressão no diagrama $e : \log p'$
Cs	: Índice de expansão no diagrama $e : \log p'$
CD	: Ensaio triaxial adensado e drenado
CP	: Corpo de prova
CU, CIU	: Ensaio triaxial adensado isotropicamente e não-drenado
e_{cs}	: Índice de vazios do solo para $p' = 1$ kPa na linha dos estados críticos
Eu	: Módulo de elasticidade não-drenado
G	: Módulo de elasticidade transversal
Gs	: Densidade real dos grãos
H/D	: Razão altura/diâmetro inicial do corpo de prova
K	: Constante do transdutor
Lai	: Linha de adensamento isotrópico
Lec	: Linha dos estados críticos
Ldr	: Linha de descarregamento-recarregamento
m	: Parâmetro empírico utilizado por Ladd e outros
M	: Parâmetro relacionando q e p' na linha de estado crítico
OCR	: Razão de pré-adensamento
P	: Grandeza física medida (e.g. pressão)
p'	: $\frac{(\sigma'_1 + 2\sigma'_3)}{3} \text{ (Cambridge)}$
q'	: $\sigma'_1 - \sigma'_3 \text{ (Cambridge)}$
s'	: $\frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2} \text{ (Lambe)}$
t'	: $\frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2} \text{ (Lambe)}$
Su	: Resistência não-drenada

t	: Tempo
t	: Tempo para se atingir 100% de adensamento
UU	: Ensaio triaxial não-adensado e não-drenado
v	: Volume específico
V	: Leitura do sinal de resposta do transdutor
Z	: Leitura zero do sinal de resposta do transdutor
ΔV	: Variação de volume
V	: Volume específico do solo para $p'=1$ kPa da linha de adensamento isotrópico
N	: Volume específico do solo para $p'=1$ kPa da linha dos estados críticos
Δt	: Intervalo de tempo
σ_3	: Tensão principal menor
σ_1/σ_3	: Razão entre a tensão efetiva principal maior e a tensão efetiva principal menor
ϕ'	: Ângulo de atrito interno do solo
σ_c	: Tensão confinante
α'	: Ângulo da envoltória de ruptura no diagrama $s' \times t'$
γ_{nat}	: Densidade natural do material ensaiado
w_i	: Umidade inicial do corpo de prova
w_f	: Umidade final do corpo de prova
e_o	: Índice de vazios inicial do corpo de prova
S	: Grau de saturação inicial do corpo de prova
u_f	: Poro pressão na ruptura
e_f	: Deformação percentual na ruptura
G _{dr}	: Módulo de elasticidade transversal de descarregamento-recarregamento
G ₅₀	: Módulo de elasticidade transversal para 50% da tensão desvio máxima

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

I.1. Considerações Gerais

Os ensaios geotécnicos, sejam estes de laboratório ou de campo, têm experimentado nos últimos anos um permanente desenvolvimento nos equipamentos de medição das grandezas físicas. Ressalta-se em particular a gradual substituição dos transdutores mecânicos (e.g. manômetro de Bourdon e extensômetro mecânico) pelos transdutores elétricos, mais sensíveis.

A despeito do desenvolvimento de transdutores elétricos, suas leituras são na maioria das vezes feitas visualmente e transferidas para as folhas de ensaios, a partir das quais os resultados são calculados através de máquinas calculadoras. Os dados e resultados são então representados sob forma de tabela ou gráficos plotados manualmente e depois guardados em pastas ou arquivo-morto.

Com o surgimento dos microprocessadores e a produção comercial dos microcomputadores, foram abertas novas perspectivas nas aplicações dos recursos computacionais entre os quais se destaca a automação de laboratórios.

No Laboratório de Geotecnia da COPPE-UFRJ a chegada em 1982 de um microcomputador HP-85A e de um conversor Analógico/Digital (A/D) HP-3421A em 1983 possibilitou o início dos trabalhos de aquisição automática de dados em ensaios geotécnicos deste laboratório.

De 1983 até 1985 os trabalhos neste setor do laboratório resumiram-se essencialmente à elaboração de programas para cálculos "off line" dos ensaios. Foi apenas a partir de 1985 com início da pesquisa de "Instrumentação e Automatização de Ensaio de Cisalhamento de Solos", financiada pelo FIPEC (Banco do Brasil), que os trabalhos no setor de aquisição de dados tomaram mais impulso tendo em vista os recursos humanos e materiais que passaram a se tornar disponíveis.

I.2. Objetivo

Este trabalho propõe-se a apresentar uma análise resumida dos sistemas automáticos de aquisição de dados utilizados em geotecnia e, principalmente, apresentar detalhadamente o Sistema Automático de Aquisição de Dados implementado no Laboratório de Geotecnia da COPPE-UFRJ.

Os problemas advindos da implantação de um sistema deste tipo, tais como ruídos elétricos, amplificação de sinal, fontes estabilizadas para alimentação de transdutores e "lay-out" de equipamentos são descritos de forma didática uma vez que uma descrição mais detalhada destes itens fugiria ao escopo deste trabalho.

Os resultados de ensaios triaxiais dos tipos UU e CU, acompanhados pelo Sistema Automático de Aquisição de Dados do Laboratório de Geotecnia da COPPE-UFRJ são apresentados conforme obtidos, como forma de demonstrar seu potencial no acompanhamento, cálculo e apresentação de resultados de ensaios. O solo escolhido para ser ensaiado foi uma argila mole da região do Caju próximo à Baía da Guanabara onde ocorreu uma ruptura de um aterro sanitário. Os resultados de resistência não-drenada obtidos são analisados à luz da Teoria dos Estados Críticos de forma a dar subsídios à uma futura análise de estabilidade da ruptura. Resultados de curvas tensão-deformação são também comparados com cálculos teóricos através da teoria dos estados críticos.

I.3. Relevância

Em recente pesquisa realizada pelo Laboratório de Geotecnia da COPPE/UFRJ a laboratórios geotécnicos do mundo inteiro (ver Apêndice I) constatou-se uma forte tendência na utilização de Sistemas Automáticos de Aquisição de Dados no acompanhamento de ensaios geotécnicos. Este fato por si só já demonstra a relevância de tal tema na conjuntura atual de pesquisas geotécnicas, sejam estas de campo ou de laboratório. Isso nos dá uma idéia da linha de pesquisa que ora se desenvol-

ve como forma de se obter resultados de ensaios mais confiáveis e garantir uma melhor previsão de comportamento das obras geotécnicas.

O avanço tecnológico nas mais diversas áreas de pesquisa científica vem a cada dia buscando a substituição gradativa do homem pela máquina, em operações que lhes possam causar danos físicos ou psicológicos, em operações tediosas e em operações onde o erro humano possa ser freqüente.

Em geotecnia isto não é uma excessão. Assim, a colocação em operação de um sistema automático de aquisição de dados visa a eliminação de erros de acompanhamento de ensaios assim como explorar a capacidade do sistema em adquirir dados, calcular variáveis, armazená-las e "manuseá-las" de forma rápida e precisa, evitando o trabalho tedioso do cálculo manual dos ensaios.

I.4. Conteúdo dos Capítulos

No capítulo II expõe-se os tipos de sistemas automáticos de aquisição de dados, seus componentes e seus problemas. É também detalhado minuciosamente o sistema implementado no Laboratório de Geotecnia da COPPE-UFRJ. Neste capítulo propõe-se também uma metodologia para implantação de um sistema automático baseado em microcomputador. Essa metodologia é baseada na experiência do Laboratório de Geotecnia da COPPE quando da implantação de um sistema deste tipo.

No capítulo III descreve-se em detalhes os equipamentos, a instrumentação e as técnicas utilizadas na realização dos ensaios.

O capítulo IV apresenta uma descrição dos aspectos geotécnicos do material ensaiado e do programa de ensaios triaxiais desenvolvido para caracterizar o material assim como explorar o sistema automático de aquisição de dados. Apresenta também uma breve análise dos resultados com base nos Parâmetros dos Estados Críticos.

No capítulo V apresentam-se conclusões e sugestões para pesquisas futuras.

CAPÍTULO II - SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE AQUISIÇÃO DE DADOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E DESCRIÇÃO DO SISTEMA IMPLEMENTADO

II.1. INTRODUÇÃO

Este capítulo tem por objetivo apresentar uma descrição e uma breve revisão bibliográfica dos sistemas de aquisição de dados utilizados em geotecnia. Descreve-se ao final deste o sistema de aquisição de dados implementado.

II.2. DESCRIÇÃO DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE AQUISIÇÃO DE DADOS

Os sistemas automáticos de aquisição de dados são de dois tipos básicos: os baseados em microcomputador (SILVER [43], COATSWORTH e HOBBS [14] e ATKINSON e outros [08]), atualmente os mais comuns, e os chamados "data loggers" (JAMES e MORRIS, [27]). Estes consistem de um conversor A/D e de um sistema de fita de papel ou de fita magnética para armazenamento de dados. Todos esses componentes acoplados em uma única unidade: um computador (de geração mais antiga que os micros atuais). Descrevem-se a seguir os sistemas de aquisição de dados mais comuns baseados em microcomputador, que foi o aqui utilizado.

II.2.1. UTILIZAÇÃO

Um sistema automático de aquisição de dados pode ser utilizado para três categorias distintas de ensaios (GERMAINE, [24]):

- Ensaios onde vários canais do mesmo ensaio são monitorados, tais como: triaxial, piezocone e adensamento com velocidade de deslocamento constante (CRS);

- Quando o sistema pode monitorar vários ensaios simultaneamente, como por exemplo uma bateria de ensaios de adensamento convencionais (FAY e outros, [22]);

- Ensaios com controle de 'feedback': e.g., triaxial com trajetória de tensões (ATKINSON e outros, [08]; COATSWORTH

e HOBBS, [14]; DAVIES, [21]), adensamento com razão de pressões constante (JANBU e outros [29]). O sistema além de coletar dados, emite sinais para controle do ensaio.

II.2.2. COMPONENTES DE UM SISTEMA

Em sua forma mais simples um sistema automático de aquisição de dados baseado em microcomputador consiste de um micro (pessoal) e de um conversor A/D (Analógico/Digital). O micro é programado para no momento da leitura acionar o equipamento de medida (conversor A/D) que lê os sinais e os transforma em valores binários os quais são interpretados e armazenados no mesmo. A grande vantagem de um sistema automático de aquisição de dados é sua flexibilidade visto que os seus componentes podem ser mudados para atenderem às necessidades particulares.

O sistema completo pode ser visto como tendo quatro componentes básicos (JAMIOLKOWSKI e outros, [28]) descritos em detalhe nos próximos itens:

- . O sistema geotécnico: equipamento triaxial e os transdutores;
- . O conversor A/D: componente que converte o sinal elétrico (analógico) em sinal binário (digital) e é controlado pelo micro;
- . O micro: equipamento que orchestra todos os componentes, e que administra as tarefas computacionais;
- . Os periféricos: incluindo-se impressora, "plotter" e até mesmo um modem para comunicação com outro computador e que dão flexibilidade ao sistema.

TRANSDUTORES

Um transdutor converte um fenômeno físico em uma resposta elétrica, que pode ser lida de forma conveniente por um medidor eletrônico. Existem atualmente, transdutores para medir diversas grandezas físicas, como por exemplo: carga, deslocamento, pressão, volume, aceleração em amplos intervalos de capacidade e sensibilidade.

A relação entre o fenômeno físico e sua resposta (e.g. pressão e voltagem) é expressa como uma curva de calibração. Esta calibração é determinada experimentalmente através da medição da voltagem resultante da aplicação de uma grandeza física conhecida. De forma ideal a curva é linear ou pode ser assumida como tal, dentro de intervalos bem definidos. Após a curva de calibração ter sido definida, a grandeza física P pode ser calculada pela expressão: $P=K.(V-Z)$, onde K é o coeficiente angular da curva de calibração, Z é a voltagem correspondente ao valor da grandeza física de referência e V é a voltagem correspondente à grandeza física que se deseja conhecer. O valor de K é usualmente normalizado pela tensão de excitação do transdutor, para eliminar os efeitos adversos de pequenas flutuações no sinal da fonte.

A precisão de um transdutor é avaliada por um conjunto de parâmetros (GERMAINE [24]), apresentados na fig. II.1. Estes parâmetros são calculados dos dados de calibração do transdutor e são: coeficiente de correlação, repetibilidade, não-linearidade, histerese e estabilidade à temperatura. A combinação destes fatores dá a precisão global do transdutor e deve ser avaliada separadamente para cada aplicação.

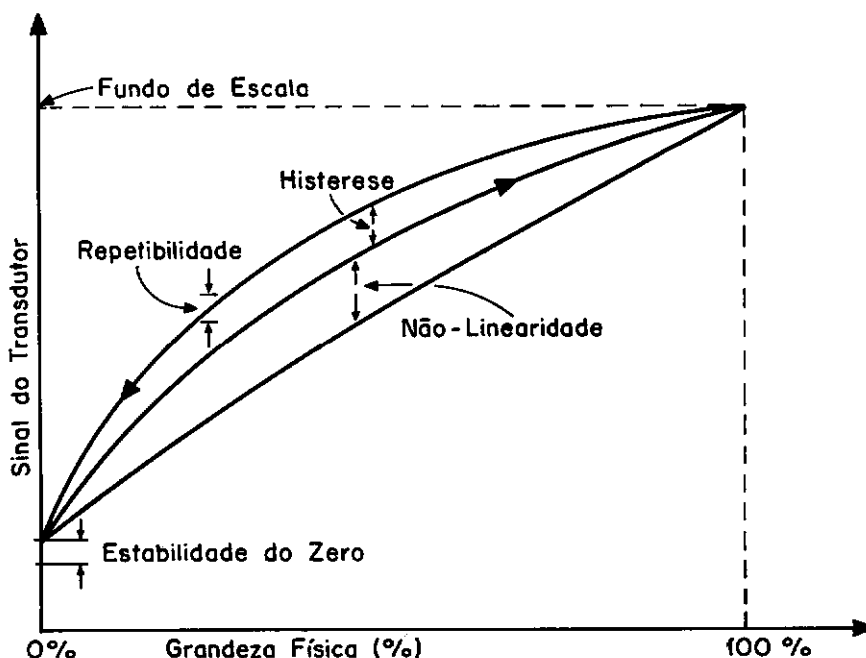


Fig.II.1 — Grandezas que definem a precisão do transdutor.

CONVERSOR A/D

O conversor A/D converte um sinal elétrico (analógico) em sinal binário (digital). É ele que comanda a precisão com que os dados são obtidos. Existem, comercialmente, conversores A/D com resoluções de 10, 12, 16 e até 18 bits e com os mais variados números de canais para leitura. Quanto maior a resolução do conversor A/D maior será sua precisão. Em geotecnia usa-se em geral resoluções entre 12 e 16 bits (ver Apêndice I).

A velocidade de aquisição dos conversores A/D podem variar (conforme o modelo e o fabricante) desde 1 a 2 leituras por segundo até valores superiores a 20.000 leituras por segundo. A baixa velocidade de aquisição de alguns modelos pode tornar crítica a aquisição automática de dados em um ensaio geotécnico.

Após convertido, o sinal não está mais sujeito a degradações por perdas de transmissão ou ruído. Portanto é importante se fazer a leitura tão próxima do transdutor quanto possível e então transmitir o sinal ao micro. Apesar desta recomendação, TOLL e ACKERLEY [46] descreveram um sistema em que a geração do sinal e sua leitora (um "data logger") se encontravam a dezenas de metros sem que ocorresse qualquer problema.

FONTES DE ALIMENTAÇÃO

As fontes de alimentação são utilizadas para excitar os transdutores. É importante que possuam um sinal estável (i.e. forneçam um sinal constante e livre de ruídos). Qualquer irregularidade no sinal da fonte é transmitida ao sinal de resposta do transdutor conforme é mostrado esquematicamente na fig. II.2. Embora o sinal do transdutor seja usualmente normalizado pela tensão de excitação fornecida pela fonte, os momentos nos quais suas leituras são feitas são diferentes (Δt) e isso pode forjar falsos resultados.

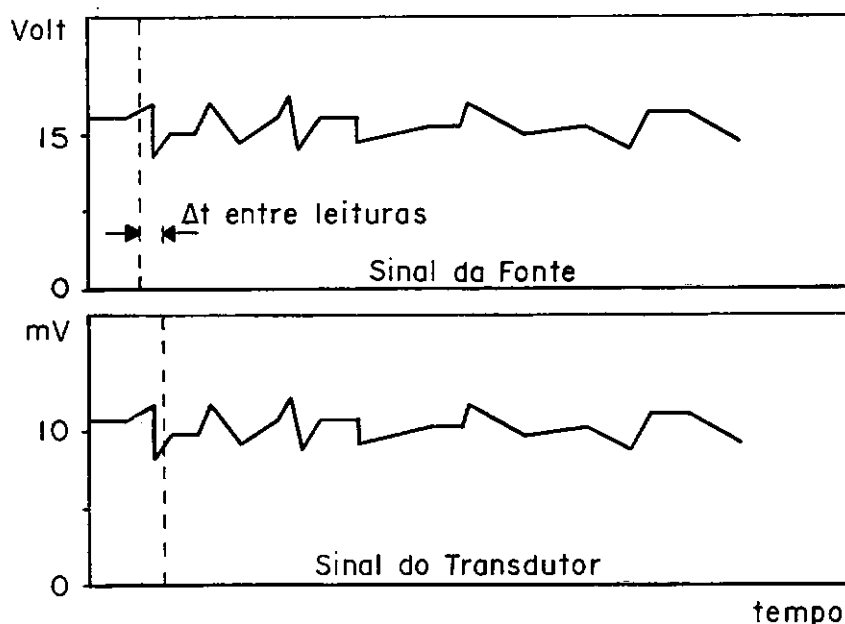


Fig.II.2 — Efeitos dos ruídos da fonte no sinal do transdutor.

MICROCOMPUTADOR

O microcomputador gerencia os componentes do sistema e realiza as tarefas administrativas e computacionais. É ele que comanda a velocidade de aquisição.

A memória disponível para programação de um micro não é um fator determinante de seu uso em aquisição automática. Três fatores adicionais contribuem para seu desempenho:

- . As opções de interfaces para conexões com outros equipamentos;
- . Velocidade de interface para transferência de informações;
- . Velocidade computacional que garanta o bom funcionamento do software em tempo hábil.

SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE DADOS

As unidades de armazenamento utilizadas normalmente em sistemas automáticos de aquisição de dados são:

- . Fita cassete
- . Discos magnéticos flexíveis
- . Discos magnéticos rígidos

A tendência atual é a de utilizar as duas últimas opções tendo em vista a preferência atual pelos micros do tipo padrão IBM-PC.

PERIFERICOS

Como equipamentos opcionais que dão maior flexibilidade a um sistema automático de aquisição de dados citam-se:

- . Impressora de linha e, se possível, gráfica
- . Plotter
- . Interfaces de comunicação com outros micros

II.2.3. UNIDADES AUTÔNOMAS DE AQUISIÇÃO

A permanente troca de informações entre micro e conversor A/D normalmente provoca a sub-utilização do potencial do micro. Dependendo do software e da velocidade de aquisição do conversor A/D, um micro poderá estar dedicado a uma única tarefa (e.g. acompanhando um único ensaio triaxial). Assim sendo, dispõe-se atualmente de unidades autônomas de aquisição de dados, programáveis através do micro, que podem executar as tarefas de aquisição e armazenamento, deixando o micro livre para outras operações. Os dados obtidos pelas unidades autônomas de aquisição de dados podem ser resgatados pelo micro a qualquer momento e as mesmas já são largamente utilizadas em laboratórios geotécnicos do exterior (ver Apêndice I), sendo por exemplo comerciáveis por empresas de equipamentos geotécnicos como a Wykeham Farrance e a ELE.

II.3. CONDICIONAMENTO DE SINAL

Condicionamento de sinal é uma modificação do sinal do transdutor, quer seja para melhorar a precisão (filtragem e amplificação) quer seja para tornar o sinal mais conveniente

(obter as grandezas medidas já em unidades de engenharia: kPa, mm, kN, etc).

Tendo-se um transdutor cujo sinal em fundo de escala seja de 100 mV e uma precisão combinada de 0,1%, sua sensibilidade será de 0,1 mV. Se utilizarmos um conversor A/D de 12 bits, com um fundo de escala de leitura de ± 300 mV e admitirmos um ruído médio de ± 1 bit, o mesmo terá uma sensibilidade mínima de $600\text{mV}/2^{11}$, ou seja, 0,293mV. Será necessário amplificar o sinal cerca de 3 vezes para que o sinal do transdutor passe a comandar a precisão na leitura.

O condicionamento de sinal só deve ser utilizado quando necessário (GERMAINE, [24]) deixando-se a tarefa de conversão de unidades para o micro, que pode efetuar esta operação de forma rápida e precisa. O condicionamento impõe novas variáveis ao sistema, tais como flutuações elétricas nos componentes do circuito do condicionador, e que não podem ser controladas pelo Sistema de Aquisição.

II.4. RUÍDO ELÉTRICO

Os voltímetros necessitam de um período relativamente longo (e.g. 0,5 seg.) para a realização de uma medida, sendo esta portanto uma média dos valores no intervalo respectivo. Entretanto como os conversores A/D captam essencialmente medidas instantâneas de sinais, os ruídos elétricos são muito mais danosos nestes equipamentos, o que resulta numa perda na precisão.

Os ruídos elétricos podem ser devido a:

- . Fontes de excitação AC
- . Conexões frouxas
- . Aterramento impróprio
- . Equipamento defeituoso

Encontrar e corrigir as causas dos ruídos é uma tarefa bastante difícil e para a qual é necessário paciência e certa

experiência. Três procedimentos podem minorar os efeitos dos ruídos elétricos (JAMIOLKOWSKI e outros [28]):

- . Envolvimento de pares de fios de sinais em proteções blindadas. Estas proteções devem passar individualmente através das caixas de passagem;
- . Fazer com que o conversor A/D leia terra entre cada leitura com a finalidade de drenar voltagens residuais;
- . Utilizar conversor A/D com relays de três fios (alto, baixo e terra).

II.5. PROGRAMAS DE COMPUTADOR

São comercialmente disponíveis, pelo menos nos E.U.A. e Europa, pacotes de programas geotécnicos que variam de simples coleta de dados a programas orientados para aquisição, computação e apresentação de resultados de ensaios, incluindo redução estatística. Entretanto muitas vezes os laboratórios preferem desenvolver seus próprios programas. Isto se deve ao fato de que os programas comerciais são em geral fornecidos 'fechados', dificultando os ajustes que melhor satisfaçam as necessidades específicas.

O programa desenvolvido para aquisição automática de dados pode realizar a computação e impressão dos dados tanto durante como após o término do ensaio. A alternativa a ser escolhida dependerá da velocidade de aquisição do conversor A/D e do tempo disponível entre leituras.

A computação dos resultados pode ser efetuada por programas comerciais do tipo planilha com possibilidade de impressão gráfica através de impressoras de matriz de ponto (e.g. LOTUS 1-2-3, VISICALC).

II.6. DESCRIÇÃO DO SISTEMA AUTOMÁTICO DE AQUISIÇÃO DE DADOS DO LABORATÓRIO DE GEOTECNIA DA COPPE/UFRJ

Há cerca de dois anos vem sendo desenvolvido no laboratório de geotecnia da COPPE-UFRJ um sistema automático de aqui-

sição de dados (FIPEC, [23]) baseado em microcomputador de 8 bits destinado ao acompanhamento de ensaios triaxiais convencionais de laboratório (UU, CU e CD), ensaios de adensamento K_0 e ensaios de campo (Estaca instrumentada e Piezocone). O sistema é na presente versão do tipo dedicado, ou seja, só permite o acompanhamento de apenas um ensaio por vez, limitação esta que está sendo superada conforme descrição do item II.8.

II.6.1. EQUIPAMENTOS DO SISTEMA

O sistema descrito abaixo foi colocado totalmente operacional durante esta pesquisa e foi utilizado na obtenção, computação e apresentação de resultados dos ensaios do presente trabalho. O sistema é mostrado esquematicamente na fig. II.3 e é composto dos seguintes equipamentos:

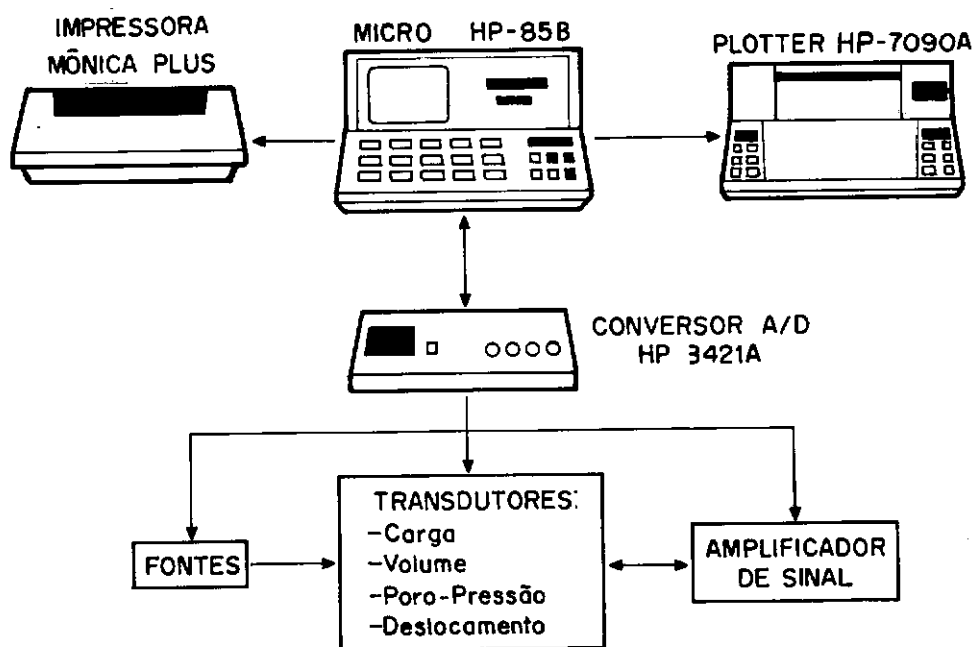


Fig. II.3 — Configuração básica do SAAD do laboratório de geotecnia da COPPE / UFRJ.

Microcomputador

O microcomputador utilizado no acompanhamento dos ensaios é um HP-85B com 32 kbytes de memória RAM (Read Assess Memory), um disco eletrônico com 128 kbytes de capacidade. O micro

possui três ROMs (Read Only Memory) instaladas:

- Uma ROM I/O: utilizada na monitoração e controle de periféricos (impressora, conversor A/D, "plotter" e outros equipamentos).

- Uma ROM "Mass Storage": permite assessor e recuperar programas e arquivos de dados do disco eletrônico e/ou "disk drive".

- Uma ROM "Advanced Programming": um pacote com extensão de declarações, comandos e funções aplicado ao controle de dados, de programas e operações do sistema no HP-85B.

O micro dispunha das seguintes interfaces de conexão a periféricos:

- Interface Serial HP-82939: utilizada na comunicação entre o microcomputador e a impressora MONICA PLUS.

- Interface HP-IB: utilizada na conexão entre o microcomputador e o "plotter" e entre o microcomputador e o conversor A/D.

O micro dispõe ainda de um vídeo alfa-numérico ou gráfico, conforme as condições de uso, de uma micro-impressora térmica de 32 colunas e de uma entrada para fita cassete.

As desvantagens de cassetes magnéticos são o seu envelhecimento precoce, que pode ser causado por um período demasiadamente longo sem utilização, desmagnetização por exposição a campos magnéticos intensos e baixa velocidade de busca e gravação de dados e/ou programas. Tendo em vista estas desvantagens, o Laboratório de Geotecnia da COPPE-UFRJ encomendou no decorrer do desenvolvimento deste trabalho um equipamento acionador de disquetes de 3 1/2", de fabricação da HP, o HP-9122D. Este equipamento que trará vantagens óbvias ao sistema aqui utilizado, chegou ao laboratório no momento que este trabalho estava sendo redigido.

Conversor A/D

O conversor A/D utilizado é de fabricação da HP (Data Acquisition/Unit Control HP-3421A) e dispõe de 20 canais para leitura de sinal, resolução máxima de 5 1/2 dígitos, com capacidade de leituras de voltagens em corrente contínua e alternada, resistência a 2 e 4 fios, frequência e temperatura (quando acoplado a um termopar).

Plotter

O traçado gráfico dos resultados dos ensaios foram feitos através de um "plotter" de fabricação da HP, o HP-7090A. O "plotter" dispõe de seis penas, possibilita o uso de papel A4 ou A3 e diversos ajustes de velocidade de traçado.

Multímetro Digital

Utilizou-se para medições externas, na checagem dos ajustes preliminares para realização de ensaios, um multímetro digital de fabricação também da HP, o HP-3478A, que possuía resolução de até 5 1/2 dígitos.

Impressora

O sistema automático de aquisição de dados estava ligado a uma impressora MONICA PLUS EI6030.

Condicionamento de Sinal

Para amplificação do sinal do transdutor de carga interno utilizou-se um condicionador/amplificador de fabricação da KYOWA, modelo DPM-305A, com ajustes de balanço e ganho, diversas faixas de amplificação, "CUT OFF" de ruídos e uma saída nominal de ± 5 Volts.

Fontes de Alimentação

Para alimentação do LVDT utilizou-se uma fonte demodulado-

ra de sinal, de fabricação do IPT, direcionada para este fim. Os transdutores de pressão e de medição de volume foram alimentados por uma fonte estabilizada da ENTELBRA, com ajustes de sinal de alimentação e controle de amperagem para 2 e 4 fios.

II.6.2. BANCADA PARA SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE AQUISIÇÃO DE DADOS

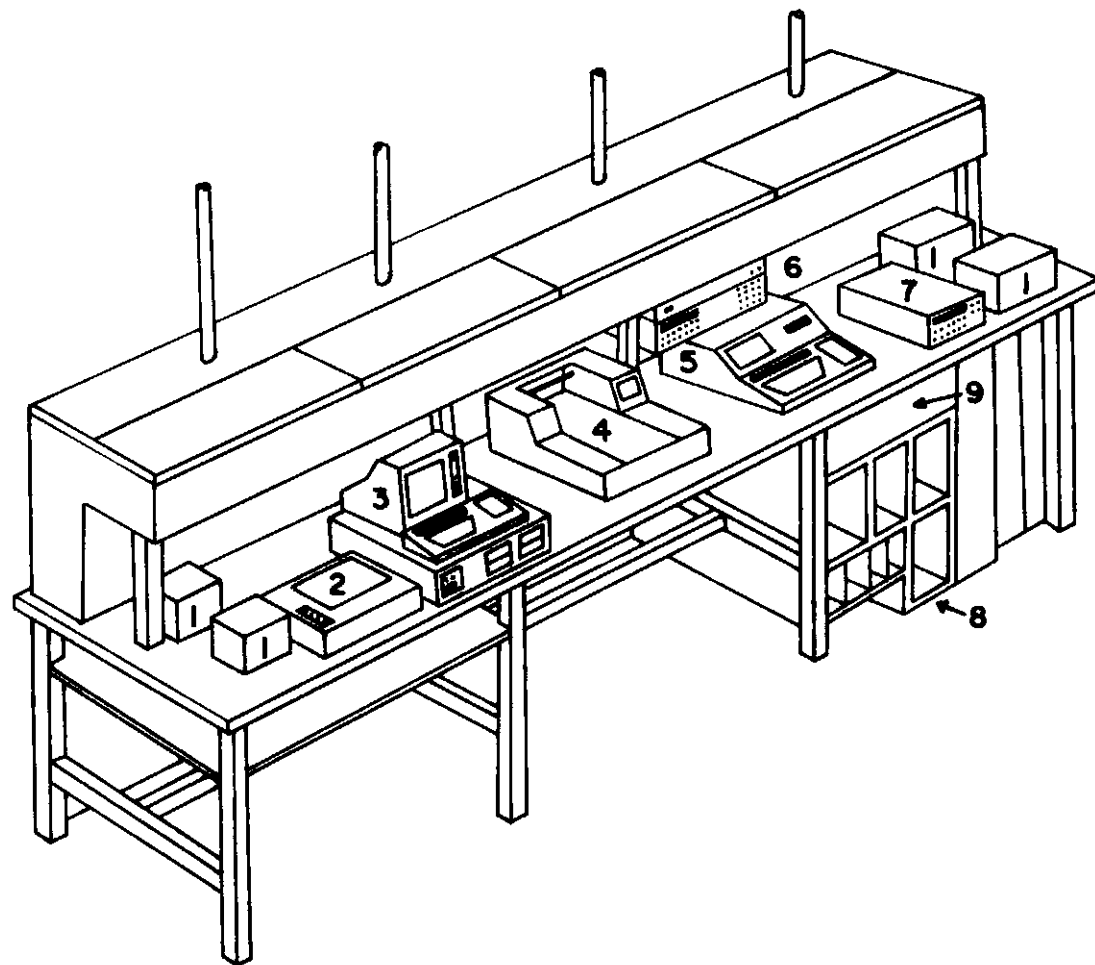
A montagem de um sistema automático de aquisição de dados, de forma a mantê-lo operacional, implica em dificuldades tais como: disposição física de equipamentos, ligações (conexões) elétricas, manutenção, interface com o usuário e outras. Buscando superar estas dificuldades o Núcleo de Desenvolvimento de Instrumentos do Laboratório de Geotecnia concebeu e construiu uma bancada, mostrada esquematicamente na fig. II.4, com a infra-estrutura necessária para a instalação de: microcomputador, conversor A/D, "plotter", impressora, multímetro digital, "strain indicators", fontes de tensão alternada e contínua, "short-breaks" e amplificadores de sinal.

A bancada é constituída de 4 módulos, cada um dos quais estando em condições de atender a 5 transdutores alimentados em tensão contínua e 1 alimentado em tensão alternada. As tensões de excitação e resposta dos transdutores podem ser monitoradas pelo conversor A/D, pelo multímetro digital, pelo "strain indicator" ou pelo "plotter", propiciando assim o acompanhamento desejado pelo usuário (automático ou manual). Devido problemas diversos e que fugiam ao nosso controle (e.g. falta de componentes eletrônicos no mercado) só após a conclusão desta pesquisa esta bancada se tornou operacional.

II.6.3. PROGRAMAS DESENVOLVIDOS PARA ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Neste trabalho são apresentados apenas os programas referentes à realização de ensaios triaxiais convencionais (UU e CU), uma vez que os demais, em uso atualmente no Laboratório de Geotecnia da COPPE/UFRJ, fogem ao objetivo específico deste trabalho.

A linguagem de programação utilizada foi o BASIC por ser



- ① Conjunto medidor VISHAY
- ② Impressora Mônica Plus
- ③ Microcomputador PC
- ④ Plotter HP7090A
- ⑤ Microcomputador HP85B
- ⑥ Conversores A/D
- ⑦ Multímetro Digital 5½ dígitos
- ⑧ Escaninhos para Fontes de Alimentação
- ⑨ Terminal de Comutação para leitura de transdutores

Fig.II.4 – Esquema geral da bancada desenvolvida para automação de ensaios.

aquela residente no microcomputador utilizado (HP-85B).

O sistema completo utilizado é composto de 8 programas, cujos manuais de utilização e listagens são apresentados no Apêndice III deste trabalho, e que lhe dá grande flexibilidade:

- . SATURA: Após a montagem do equipamento e enchimento da célula triaxial, em ensaios que se deseja "total" saturação do corpo de prova, se fazem necessários os ajustes das pressões confinante e contra-pressão. Este programa orienta o usuário para fazer esses ajustes e, após cada etapa de saturação, permite que seja feita uma verificação do parâmetro B do solo ensaiado.

- . CONSOL: Quando se usa a tradicional bureta no acompanhamento da fase de adensamento ou expansão de corpos de prova de ensaios CU e CD costuma-se normalmente fazer leituras a intervalos de 6 s, 15 s, 30 s, 1 min., 2 min., 4 min., 8 min., 15 min., 30 min., 1 hora, 2 horas, 4 horas, 8 horas, 16 horas, 24 horas, 48 horas e etc, ou seja, em um período de 48 horas são feitas normalmente 16 leituras da bureta. Isto se deve ao incômodo de se permanecer ininterruptamente junto ao ensaio para se obter uma curva 'contínua' do volume d'água drenado com o tempo. Este programa permite o acompanhamento quase contínuo desta etapa do ensaio. Em um período de 48 horas o programa CONSOL executa cerca de 90 leituras e está dimensionado para realizar até 120 leituras por etapa de adensamento ou expansão permitindo ao usuário escolher se o tempo entre leituras deve obedecer à escala $\log t$ ou \sqrt{t} . Após a aquisição das leituras de cada etapa, permite traçar, no "plotter", a curva $\sqrt{t} \times \Delta V$, facilitando assim a determinação do t_{100} de cada etapa. Este programa assim como o SATURA, orienta o usuário para que ele faça os devidos ajustes da pressão confinante desta fase do ensaio.

- . TRI100: Este programa foi direcionado para o acompanhamento da fase de ruptura dos ensaios UU e CU. No caso de ensaios UU orienta o usuário para realização dos ajustes de σ_3 . Executa até 100 leituras, monitorando ao todo 4 canais do

conversor A/D (apenas 2 canais são monitorados quando não se deseja medir poro pressão). Durante o desenrolar da ruptura traça, em tela, a cada leitura, a evolução das curvas deformação x tensão desvio e deformação x poro pressão (quando monitorada). Todos os dados fornecidos e obtidos (inclusive os calculados) são armazenados em cassetes magnéticos.

. ARQUIV: O envelhecimento precoce dos cassetes magnéticos, um período demasiadamente longo sem utilização, a exposição a campo magnético intenso ou a falha humana são algumas causas que podem implicar na perda de um programa ou de um arquivo de dados. Prevendo-se estas possibilidades o programa ARQUIV foi desenvolvido para recuperar 'off line', ou seja, via teclado, arquivos de ensaios porventura perdidos, desde que se possua a listagem original obtida durante a realização do ensaio.

. TABELA: Durante a realização da fase de ruptura dos ensaios triaxiais os dados lidos e calculados são impressos na micro-impressora térmica de 32 colunas pertencente ao microcomputador (HP-85B). Para suprir este problema de apresentação dos resultados (apenas 32 colunas) desenvolveu-se o programa TABELA para apresentação de resultados em tamanho compatível com sua inclusão em relatórios (fig. II.5).

. PINTOR: É interessante ao usuário saber, logo após a realização do ensaio, o comportamento geral de seus parâmetros e a qualidade dos resultados. O programa PINTOR permite traçar no "plotter" (fig. II.6) todos os resultados gráficos do ensaio, inclusive o comportamento da fonte de alimentação do transdutor de poro pressão e o comportamento da prensa (uniformidade na velocidade ao longo do ensaio).

. IMAGEM: Este programa, de características semelhantes ao PINTOR, permite traçar sob um mesmo sistema de eixos, os resultados de até 6 ensaios distintos (fig. II.7).

. SERV01: Este programa foi desenvolvido para traçar gráficos no "plotter", com entrada de dados 'off line' (máximo

LABORATÓRIO DE GEOTECNIA DA COPPE/UFRJ

Ensaio Triaxial: CU
 Data de Realização: 16/12/87
 Diâmetro Nominal: 1.4"
 Acosta: SM10-1A
 Operador: E.N.S.L.

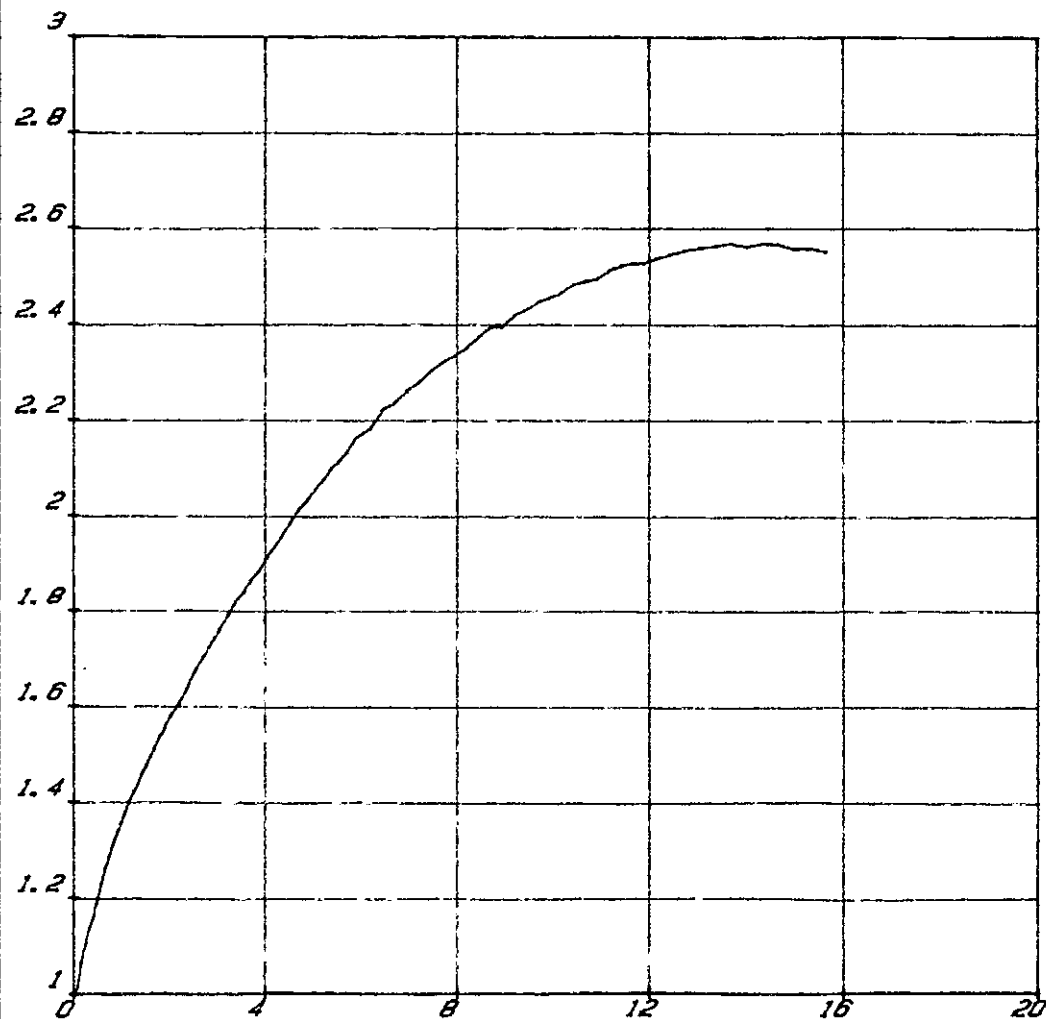
Profundidade: 13.0 a 14.0 metros
 Corpo de Prova: 22
 Pressão Confinante: 600 kPa
 Velocidade de Ensaio: .0147 %/min.

* RESULTADOS *

DESLOC. (mm)	DEFORMAÇÃO (%)	F. DESVIO (N)	T. DESVIO (KPa)	PORO PRESSÃO (KPa)	SIGMA'1 (KPa)	SIGMA'3 (KPa)	SIGMA'1/ SIGMA'3	Pbarra (KPa)	Qbarra (KPa)	Abarra
0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	600.0	600.0	1.000	600.0	0.0	0.000
.05	.07	4.9	6.7	.8	605.9	599.2	1.011	602.6	3.3	.114
.10	.15	10.3	13.9	1.9	612.0	598.1	1.023	605.1	7.0	.136
.15	.23	19.5	26.4	3.6	622.8	596.4	1.044	609.6	13.2	.138
.21	.31	24.4	33.0	5.8	627.3	594.2	1.056	610.8	16.5	.174
.27	.40	45.2	61.3	8.6	652.6	591.4	1.104	622.0	30.6	.141
.33	.48	62.1	84.1	12.5	671.6	587.5	1.143	629.5	42.1	.149
.38	.55	75.8	102.6	17.0	685.6	583.0	1.176	634.3	51.3	.166
.66	.98	130.8	176.2	47.1	729.1	552.9	1.319	641.0	88.1	.268
.72	1.05	137.9	185.6	53.5	732.1	546.5	1.340	639.3	92.8	.288
.77	1.13	144.7	194.7	59.9	734.8	540.1	1.360	637.4	97.3	.308
.82	1.21	152.2	204.6	66.7	737.9	533.3	1.384	635.6	102.3	.326
.88	1.30	159.5	214.2	73.8	740.3	526.2	1.407	633.3	107.1	.345
.94	1.39	165.0	221.4	80.9	740.5	519.1	1.426	629.8	110.7	.365
.99	1.46	168.8	226.3	87.6	738.7	512.4	1.442	625.6	113.1	.387
1.05	1.55	175.2	234.6	94.1	740.5	505.9	1.464	623.2	117.3	.401
1.11	1.63	177.7	237.8	100.4	737.3	499.6	1.476	618.4	118.9	.422
1.16	1.71	184.3	246.5	106.6	739.9	493.4	1.500	616.6	123.3	.432
1.22	1.79	187.8	250.9	112.9	738.0	487.1	1.515	612.5	125.4	.450
1.28	1.88	193.7	258.5	119.1	739.4	480.9	1.538	610.2	129.3	.461
1.33	1.96	196.7	262.3	125.0	737.3	475.0	1.552	606.1	131.2	.477
1.39	2.05	201.0	267.8	130.9	736.9	469.1	1.571	603.0	133.9	.489
1.44	2.13	206.4	274.8	136.6	738.2	463.4	1.593	600.8	137.4	.497
1.50	2.22	209.5	278.7	142.3	736.5	457.7	1.609	597.1	139.4	.510
1.56	2.31	214.2	284.7	147.6	737.2	452.4	1.629	594.8	142.4	.518
1.62	2.40	217.5	288.9	153.0	735.9	447.0	1.646	591.4	144.4	.530

Fig. II.5 — Apresentação dos resultados em forma de planilha.

Deformação (%) x $\Sigma'1/\Sigma'3$



ENSAIO TRIAXIAL
CU

Amostra :
SM10-1A
Corpo de prova :
23
Profundidade :
13.0 a 14.0 metros
Operador :
E. N. S. L.

Condições iniciais do CP:

$H_0 = 7.14$ cm
 $A_0 = 8.13$ cm²
 $V_0 = 58.04$ cm³

Constantes dos transdutores

Desloc. = 100 mV/mm
Carga = 12.532 mV/N
Pres. = 10.3262 microV/kPa. Vin

$\Sigma'3 = 400$ KPa
Def. esp. máxima = 15.97 %
Vel. da prensa = 0.01 mm/min

Realizado em : 21/12/87

Fig.II.6 — Gráfico fornecido pelo programa PINTOR.

ENSAIO TRIAXIAL CU

Amostra: SM10-1A

Profundidade: 13 a 14m

Operador: E. N. S. L.

Corpo de Prova n.		21	22	23	24		
Pressão Confinante (kPa)		600	600	400	200		
Velocidade de Ensaio (mm/min)		.052	.01	.01	.01		
Inicial	Unidade (%)	80.39	81.57	78.79	79.39		
	Índice de Vazios	2.197	2.108	2.197	2.069		
	G. de Saturação (%)	100.84	100	98.78	100		
	P. esp. seco (g/cm ³)	.854	.862	.854	.879		
Unidade Final (%)		45.22	45.9	49.01	57.23		

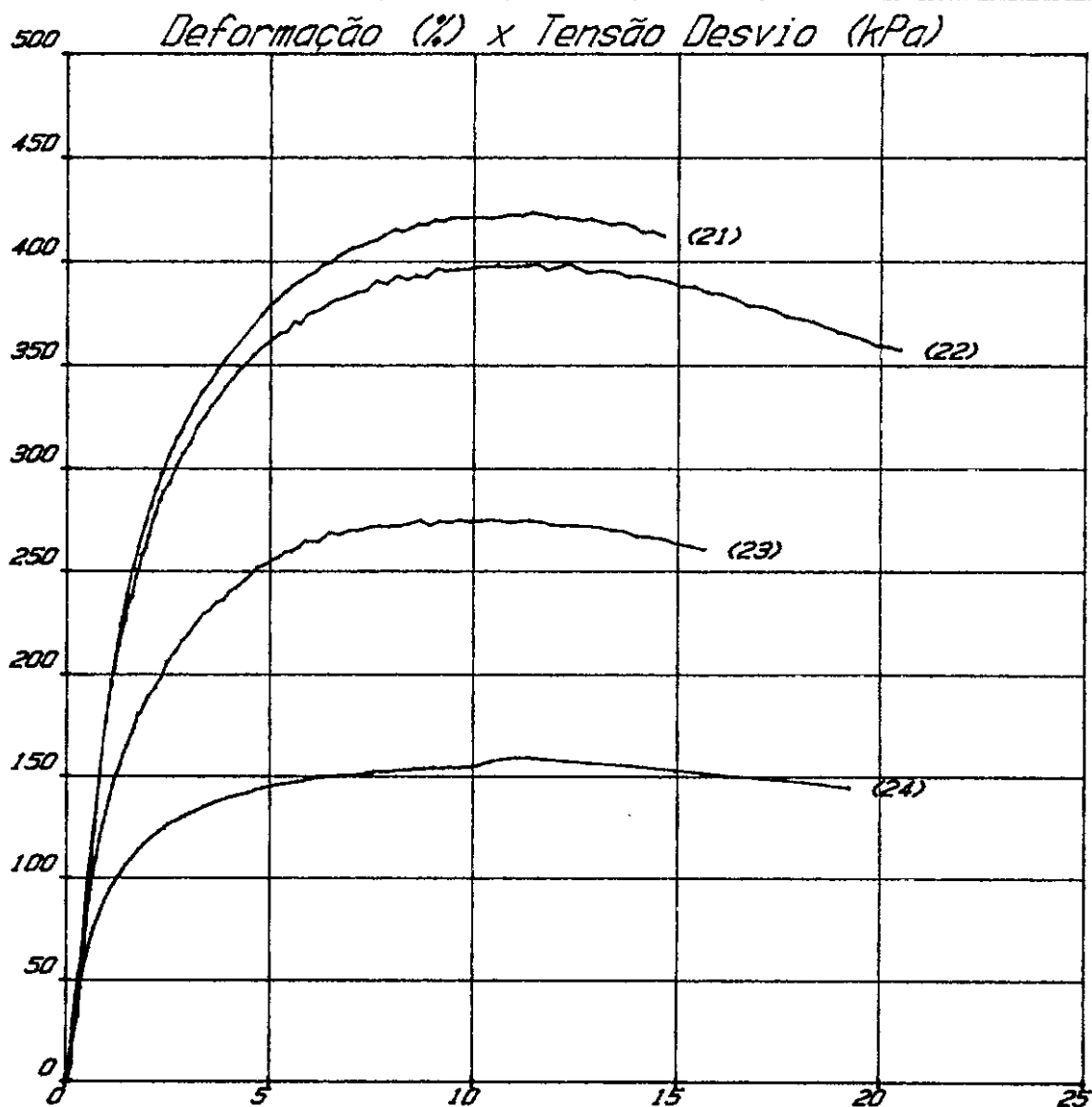


Fig.II.7 — Gráficos fornecidos pelo programa IMAGEM.

de 300 pontos). Permite colocar o eixo de tempos em escalas natural, logarítmica ou raiz e portanto pode ser utilizado no traçado das curvas de adensamento ou expansão dos corpos de prova (fig. II.8 e II.9).

A apresentação gráfica dos resultados foi toda desenvolvida de forma a permitir incorporá-los a relatórios rotineiros de laboratório (tamanho A4).

II.7. IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE AQUISIÇÃO DE DADOS

A implantação de um sistema automático de aquisição de dados passa em geral por diversas etapas de controle e aperfeiçoamento até atingir sua forma básica. A constante busca de melhoramentos no software e no hardware implicam em frequentes mudanças e no permanente refinamento do sistema.

A seguir descrevem-se alguns passos básicos para implantação de um sistema automático de aquisição de dados obtidos da experiência de implantação de um sistema deste tipo no Laboratório de Geotecnia da COPPE-UFRJ. A experiência da equipe da COPPE na implantação de sistemas automáticos de aquisição de dados é apresentada no Apêndice II:

- . Concretizar a comunicação entre microcomputador e conversor A/D.
- . Desenvolvimento de rotinas básicas para controle dos canais do conversor A/D.
- . Desenvolvimento de softwares de calibração de transdutores.
- . Desenvolvimento de rotinas simples (sem alto teor técnico) para acompanhamento de ensaios.
- . Depuração (refinamento) do software para acompanhamento dos ensaios.
- . Desenvolvimento de software para controle de impressora, "plotter" e outros periféricos que acompanham o sistema.
- . Depuração (refinamento) constante do sistema.

TRIAXIAL CIU

Amostra SM10-1B

Pressão 600 kPa

Prof.: 16 a 17m

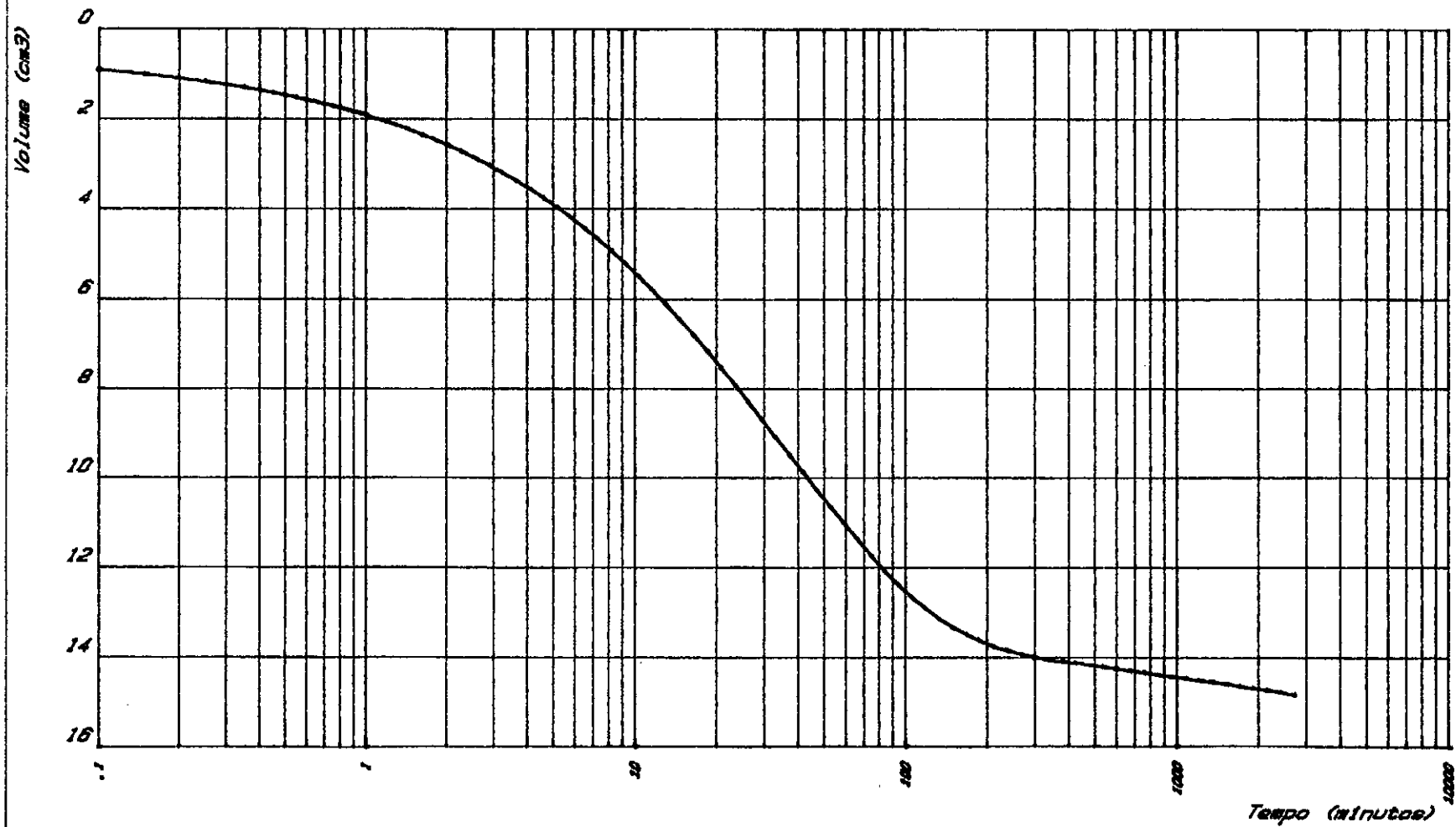


Fig. II.8 — Curva de adensamento (escala logarítmica do tempo) fornecida pelo programa SERVO 1.

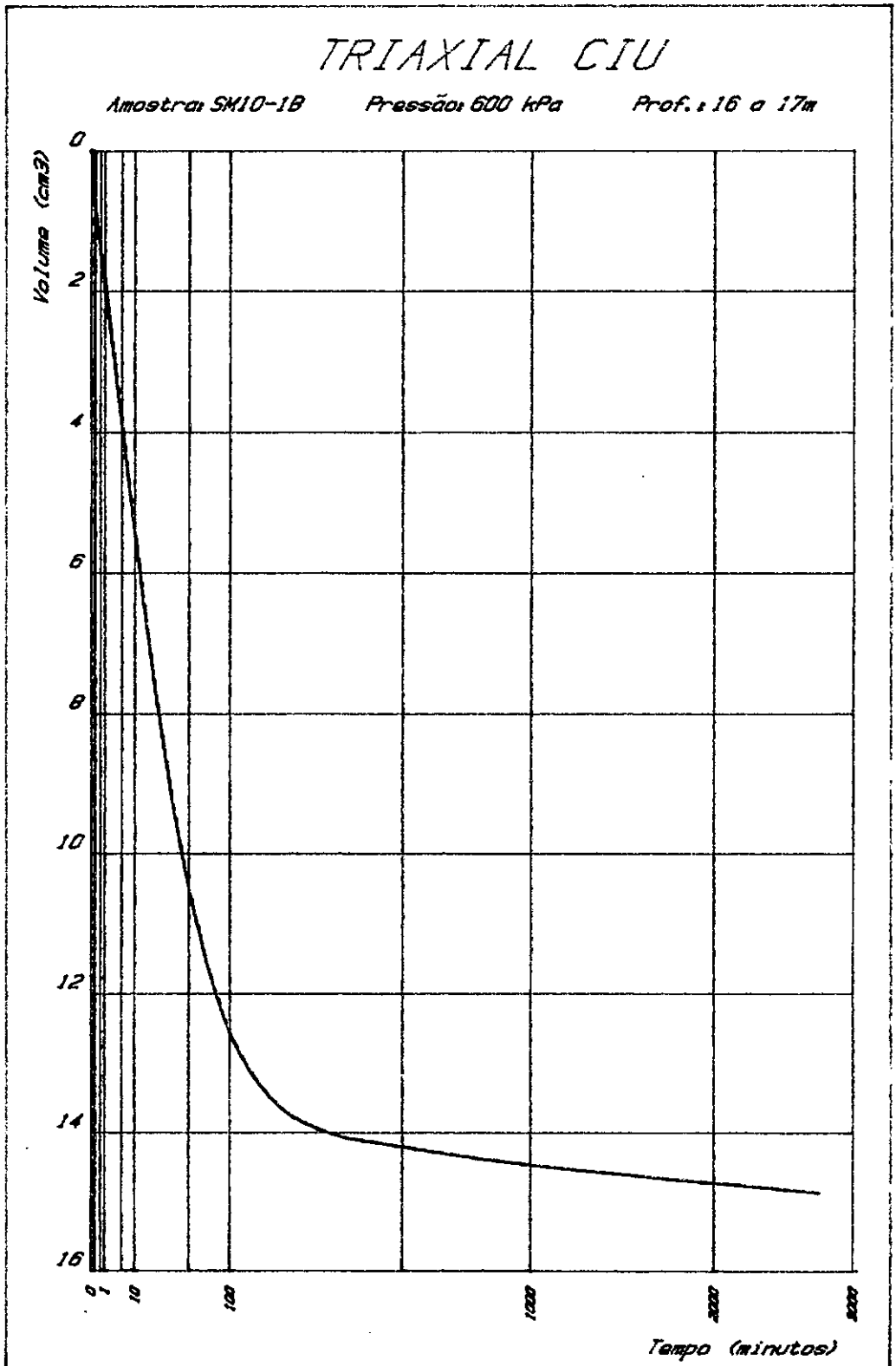


Fig.II.9 — Curva de adensamento (escala raiz do tempo) fornecida pelo programa SERVO 1.

II.7.1. IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA AUTOMÁTICO DE AQUISIÇÃO DE DADOS DO LABORATÓRIO DE GEOTECNIA DA COPPE-UFRJ

O sistema de aquisição de dados e seus softwares, antes de serem postos efetivamente em uso normal, necessitam comprovar sua eficácia. Uma forma simples de se verificar esta eficácia é compará-lo com um sistema que já possua eficiência comprovada.

Para que a eficácia do sistema automático de aquisição de dados do Laboratório de Geotecnia da COPPE-UFRJ fosse comprovada realizaram-se 2 ensaios triaxiais em amostras de caulim. Seus acompanhamentos foram realizados também com o sistema de medição já tradicionalmente utilizado no Laboratório da COPPE-UFRJ. Este sistema faz uso de uma fonte/medidor de "micro strain" de fabricação da VISHAY INSTRUMENTS descrito no item III.3.1 que foi utilizada na leitura do transdutor externo de carga. Um extensômetro mecânico foi utilizado na medição das deformações axiais do corpo de prova.

As curvas tensão desvio versus deformação específica, para os dois sistemas de medição utilizados e para os dois ensaios realizados, se mostraram praticamente coincidentes, a menos de uma pequena diferença causada pelo atrito do pistão sobre o transdutor de carga externo, o que comprovou, baseado no sistema já existente, a eficácia do sistema automático de aquisição de dados.

II.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

II.8.1. CONFIABILIDADE DOS SISTEMAS DE AQUISIÇÃO DE DADOS

A despeito de sua eficácia comprovada um sistema automático de aquisição de dados baseado em microcomputador pode passar uma falsa sensação de segurança ao usuário. Embora o conjunto microcomputador/conversor A/D possa estar funcionando perfeitamente problemas tais como erros no software, ligações (conexões) incorretas e de má qualidade, transdutor defeituoso ou uma falha no sistema geotécnico (e.g. furo na membrana que isola o corpo de prova) podem implicar na perda de um ensaio.

Assim, é importante se fazer um controle visual das leituras (se possível das variáveis) pelo menos nos primeiros momentos de realização de um ensaio. Com esta verificação inicial pode-se ter mais segurança do bom andamento do ensaio e do sistema de aquisição. Um procedimento aconselhável desta fase inicial é o traçado gráfico de alguns resultados do ensaio como forma de visualizar seu comportamento real quando comparado com o teórico esperado.

II.8.2. SISTEMA DE VARREDURA DE ENSAIOS

Sendo uma limitação inerente ao presente sistema o acompanhamento de apenas um ensaio por vez, a mesma está sendo superada atualmente no laboratório com a implantação de um sistema de varredura.

O sistema de varredura atualmente em desenvolvimento utiliza um micro padrão IBM-PC conectado a um multímetro multiple-xador HP-3457A (também conversor A/D) recentemente adquirido. Este último equipamento permitirá a varredura de 10 canais, com resolução variando de 3 1/2 a 6 1/2 dígitos e uma velocidade máxima de 1350 leituras por segundo. O programa desenvolvido (SADES) tem como objetivo principal permitir a aquisição de dados de vários ensaios simultâneos explorando uma maior capacidade de processamento do micro padrão IBM-PC e permite que a frequência de aquisição seja variável para cada ensaio. O programa apresenta ainda, em tela, todas as grandezas lidas no decorrer da varredura.

Outras alternativas recentes do setor de aquisição de dados do laboratório de geotecnia da COPPE-UFRJ são:

a) Utilização de um micro padrão IBM-PC com outro conversor A/D HP-3421A para ensaios de campo dos tipos piezocone, estaca instrumentada e outros, de forma a liberar o sistema HP-85B x HP-3421A apenas para ensaios de laboratório.

b) Utilização de um micro padrão IBM-PC com placa A/D (LINX) com 8 canais, resolução de 10 bits e uma velocidade máxima de 20.000 leituras por segundo. Este sistema é uma

alternativa de utilização de equipamento nacional para acompanhamento de ensaios geotécnicos.

CAPÍTULO III - DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

III.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo descrevem-se os equipamentos e técnicas experimentais utilizadas nesta pesquisa, incluindo-se também a metodologia de calibração da instrumentação utilizada.

III.2. APARATO TRIAXIAL

No presente trabalho utilizaram-se prensas de deformação controlada, sendo uma de 100 kN de capacidade (fabricação WYKERRAM FARRANCE) e a outra de 10 kN de capacidade (fabricação RONALD TOP).

A câmara de pressão (célula triaxial) utilizada é do tipo descrito por BISHOP e HENKEL [10] e o sistema de aplicação de pressões foi o de potes de mercúrio (BISHOP e HENKEL [10]) com a utilização máxima de dois potes em série.

O esquema geral da célula triaxial incluindo sua instrumentação é apresentado na fig. III.1. A instrumentação, descrita adiante em detalhe, consistiu basicamente de transdutores elétricos de carga (interno), deslocamento (do tipo LVDT), poro pressão e volume. Utilizou-se também um extensômetro mecânico como forma de se ter um controle das deformações do corpo de prova caso houvesse um corte na tensão da rede que alimenta o sistema de aquisição de dados e a prensa. O sistema de aquisição estava conectado a um "no break" de 250 Watts de potência com tempo de atuação mínimo de 40 minutos. No caso de uma queda na força elétrica, embora a prensa, sem sistema de proteção, permanecesse parada, o sistema automático permanecia ativo e no caso de retorno da força em tempo hábil o mesmo seguia sua aquisição normal. No caso de haver também uma perda de memória do sistema de aquisição, após o reestabelecimento da força, podia-se continuar o ensaio, caso houvesse viabilidade (confiança nos resultados), através de leitura manual.

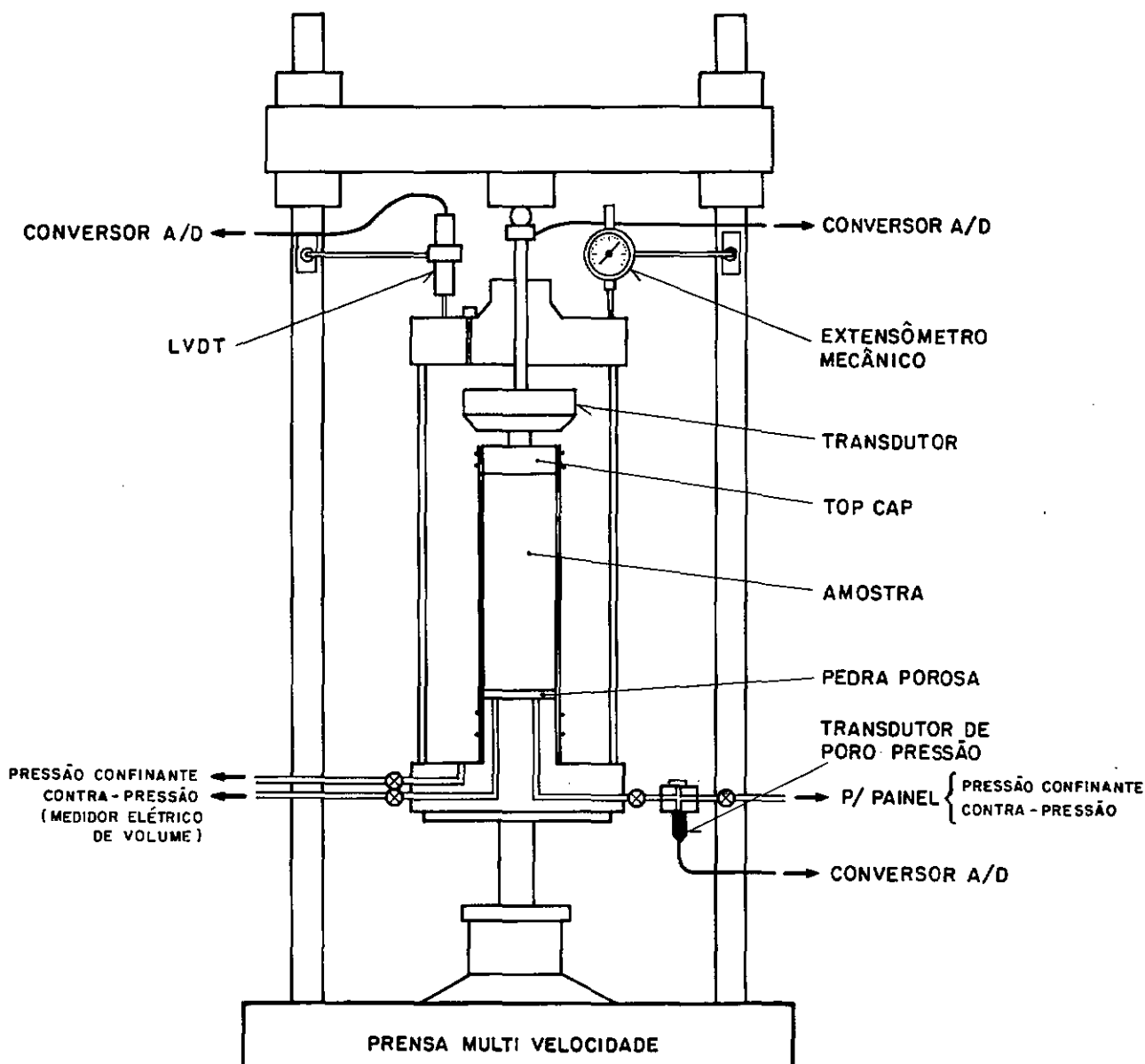


Fig. III.1 - Esquema geral do equipamento triaxial e sua instrumentação

III.3. INSTRUMENTAÇÃO

III.3.1. Transdutor de carga

O transdutor de carga utilizado neste trabalho é do tipo interno, com capacidade de 700 kN e fabricado pelo Imperial College e descrito em detalhe em HEAD [25] e CAMPOS [12].

Na fig. III.2 pode ser visto um corte esquemático do transdutor de carga interno utilizado no acompanhamento dos

ensaios bem como o detalhe da roseta.

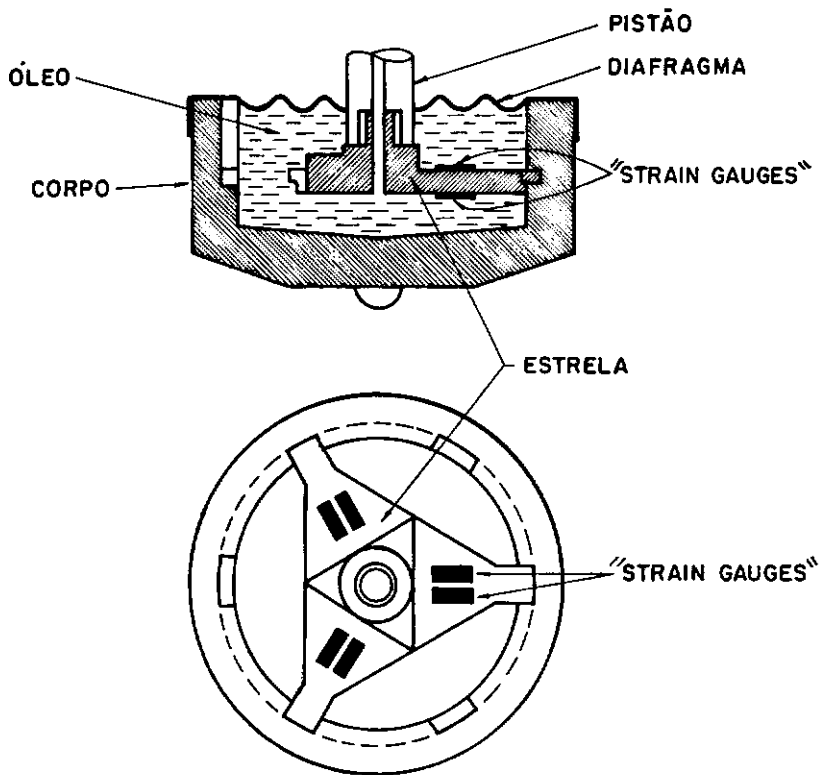


Fig. III.2 - Corte esquemático do transdutor de carga interno do tipo Imperial College. Em detalhe a roseta.

Quando se aplica uma carga no transdutor as vigas da roseta sofrem deformações que uma vez detectadas pelos extensômetros elétricos nela colados em ponte de Wheatstone, provocam uma variação no sinal elétrico de resposta susceptível de ser lido sob uma forma conveniente de medição.

Sua calibração foi feita utilizando-se um acessório especial, desenvolvido pelo Núcleo de Instrumentação do Laboratório de Geotecnia da COPPE/UFRJ, ao qual denominou-se de suporte de calibração, no qual o transdutor de carga encaixava-se em posição inversa àquela em que normalmente ficaria quando da realização de um ensaio (fig. III.3). Para aplicação de cargas durante a fase de calibração fez-se uso de um sistema de pendural com massas aferidas (fig. III.4).

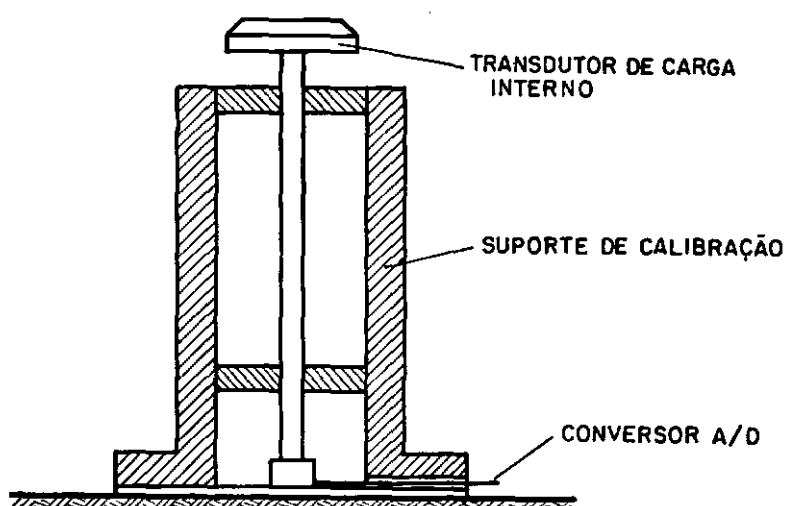


Fig. III.3 - Corte esquemático do suporte de calibração.

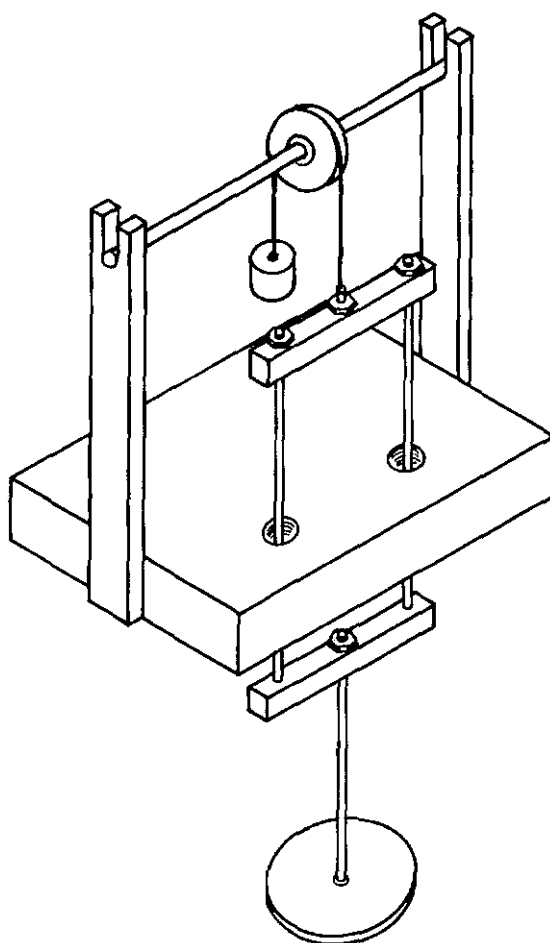


Fig. III.4 - Sistema de pendural utilizado na calibração do transdutor de carga interno.

Com o intuito de se dar flexibilidade ao sistema, quando de uma possível falha no Sistema Automático de Aquisição de Dados (SAAD), o transdutor foi calibrado de duas formas distintas de leitura de sinais. Na primeira, para leituras manuais, utilizou-se um "strain indicator", de fabricação da VISHAY INSTRUMENTS e com um "gauge factor" igual a dois que nos fornecia os sinais em "micro strain". Na segunda, para leituras automáticas, utilizou-se um conversor A/D acoplado a um micro-computador, ambos de fabricação da HEWLETT PACKARD, que fazia as leituras das diferenças de potenciais provenientes de um amplificador de sinal, de fabricação da KYOWA, cuja função era melhorar os sinais advindos do transdutor. A amplificação se fez necessária devido o baixo sinal do transdutor de carga interno que implicaria numa baixa precisão nas medições.

Como procedimentos de calibração foram adotados os seguintes passos:

- . Tomou-se como leitura zero o sinal proveniente do transdutor de carga sujeito somente a seu peso próprio.

- . Utilizando-se massas aferidas, carregou-se o transdutor em estágios de aproximadamente 100 N, até o limite de 700 N e armazenaram-se os valores da carga e do sinal de cada estágio de carregamento.

- . Removeram-se as cargas, em estágios, adotando-se os mesmos procedimentos da fase de carregamento.

Realizaram-se três ciclos de carregamento e descarregamento antes que se definisse a constante do transdutor e que para os dois sistemas utilizados foram de:

Com o "strain indicator": 11,532 div/N

Com o Sistema Automático: 12,532 mV/N

III.3.2. Transdutor de deformação

No presente trabalho utilizou-se tanto um extensômetro mecânico de fabricação MITUTOYO com precisão de 0,01 mm como um LVDT com curso linear total de 30 mm, de fabricação do IPT

(Instituto de Pesquisas Tecnológicas-SP). O LVDT é acoplado a um gerador detetor de sinal que desempenha dupla função: induzir no núcleo corrente alternada de alta frequência e, através de um demodulador, converter o sinal de resposta em corrente contínua.

A calibração do LVDT foi feita utilizando-se um suporte não metálico, conforme especificação do fabricante, preso a um aparato rígido que tinha em sua base um micrômetro de profundidade para medir os deslocamentos (fig. III.5). Após uma série completa de três ciclos de subida e descida da haste do LVDT, armazenamento dos deslocamentos e seus respectivos sinais definiu-se sua constante como sendo: 100 mV/mm.

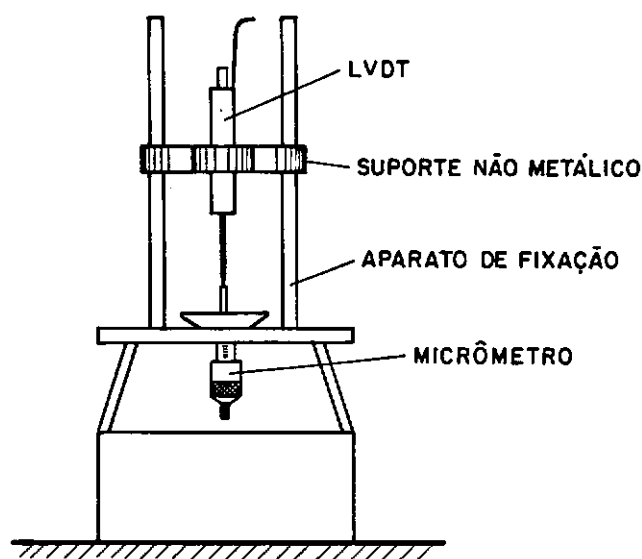


Fig. III.5 - Aparato utilizado na calibração do LVDT.

III.3.3. Transdutor de poro pressão

Os transdutores de poro pressão elétricos utilizados neste trabalho são de fabricação da WYKERRAM FARRANCE com capacidade para 1000 kPa, alimentação máxima de 10 Volts em corrente contínua e um fundo de escala da ordem de 10 mV/Volt.

Para se efetuar a calibração dos transdutores de poro pressão adotou-se (na falta de um calibrador apropriado do tipo Budenberg que se encontra em processo de aquisição) como metodologia as pressões fornecidas pelas colunas de mercúrio dos

potes do sistema triaxial (fig. III.6) (BISHOP e HENKEL [10]), processo esse utilizado por COUTINHO [17].

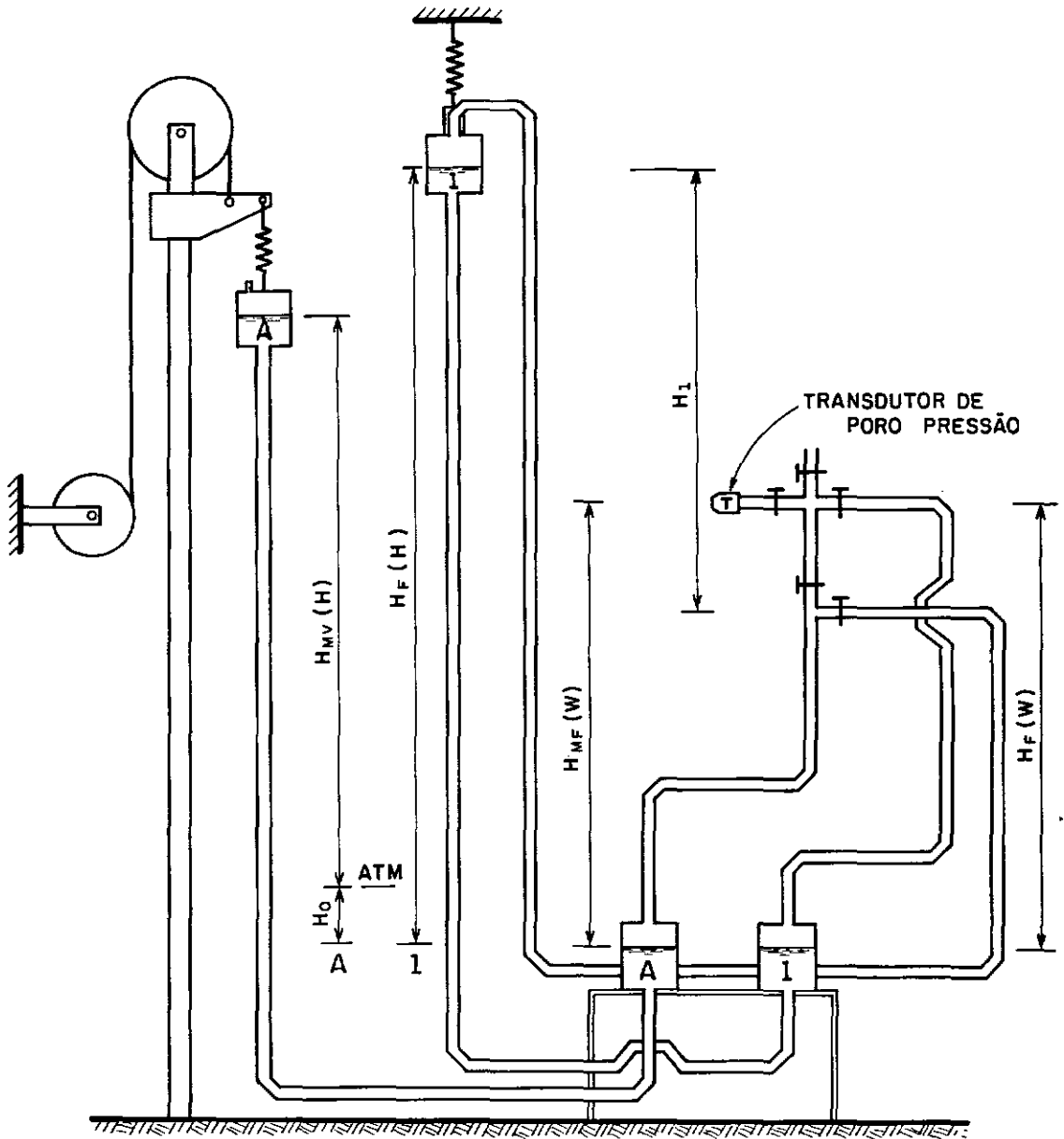


Fig. III.6 - Sistema de potes de mercúrio.

O conjunto transdutor/bloco de acrílico (fig. III.7) foi cuidadosamente saturado para se eliminar possíveis erros decorrentes da existência de bolhas de ar.

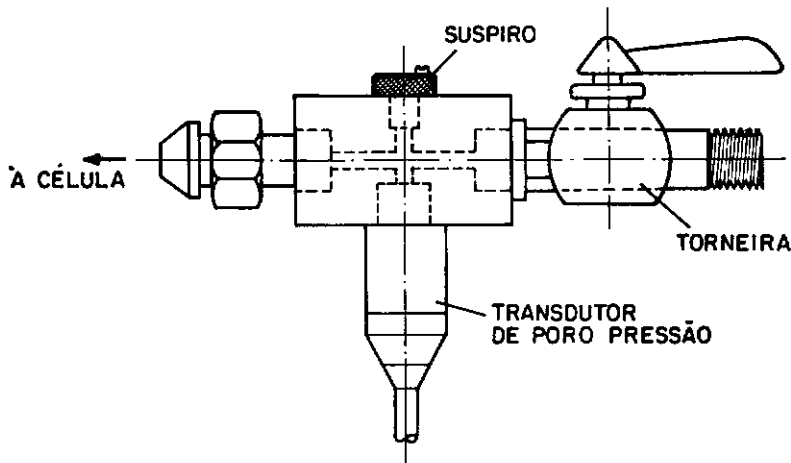


Fig. III.7 - Conjunto transdutor de poro pressão e bloco de acrílico.

Para definição da leitura zero do transdutor adotou-se o seguinte procedimento:

. Com o transdutor conectado às torneiras do sistema triaxial abriu-se a válvula de suspiro existente no bloco de acrílico e dessa forma definiu-se a leitura zero para a pressão atmosférica.

. Em seguida, deslocou-se o pote de mercúrio à uma altura (H_0) tal que fosse lido no transdutor o mesmo valor anteriormente definido. H_0 passou a ser o nível de referência para cálculo das pressões aplicadas ao transdutor.

Procedimentos de calibração:

a) Após a definição de H_0 , elevou-se o pote às diversas alturas, mediram-se as colunas de mercúrio com precisão de milímetro e calcularam-se as pressões. Para pressões superiores a 550 kPa utilizaram-se dois potes em série.

b) Após três ciclos completos de carregamento e descarregamento, anotando-se valores de carga e leitura, calcularam-

se as constantes dos transdutores e que podem ser vistas no Quadro IV.1.

Ao todo foram calibrados três transdutores de poro-pressão. No primeiro caso utilizou-se o "strain indicator" já referido e nos outros dois, fizeram-se leituras diretas das tensões de alimentação e saída, através do conversor A/D (HP-3421A).

Quadro IV.1 - Constantes de calibração dos transdutores de poro-pressão

		CONSTANTE CALCULADA (T=20°C ±1)*	

TRANSDUTORES	"STRAIN INDICATOR"	S	A A D
		-----	-----
	kPa/div		µV/Vin.kPa
		-----	-----
982/850	4,986xE-2	-	
983/850	-	10,1398	
1009/850	-	10,0296	
		-----	-----

III.3.4. Transdutor de volume

Tendo em vista ter sido aqui utilizado um medidor de volume elétrico, ao invés da tradicional bureta, resolveu-se apresentar uma breve revisão bibliográfica relativa a medidores de volume. Esta revisão baseia-se principalmente em ALVA-HURTADO e SELIG [05].

* Durante a calibração fez-se rigoroso controle de temperatura buscando-se manter 'constante' a densidade do mercúrio.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

. Bureta

Uma bureta é um tubo calibrado contendo um menisco formado por dois fluidos imissíveis. Um fluido é a água e o outro é um óleo claro tal como parafina, querosene ou silicone. Quando o menisco se move em resposta ao fluxo do fluido através do tubo as variações de volume que ocorrem no corpo de prova são lidas, visualmente, anotando-se a localização do menisco em uma escala graduada em geral montada atrás da bureta.

Um sistema deste tipo foi desenvolvido por CHAN e DUNCAN [13]. Ele possui uma válvula de fluxo em quatro direções e de volume constante com uma capacidade infinita de medição (fig. III.8.a). Uma bureta dentro de uma câmara de acrílico na qual atua uma contra-pressão (fig. III.8.b) foi utilizada por BISHOP e DÓNALD [09], sendo esse sistema portanto independente do nível de tensão.

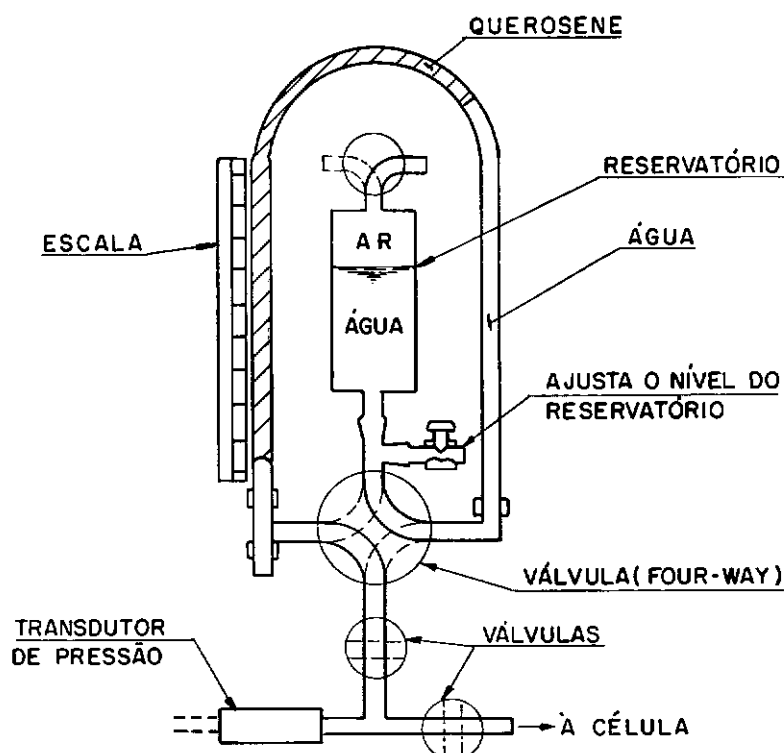


Fig. III.8.a - Sistema de bureta para variação de volume.

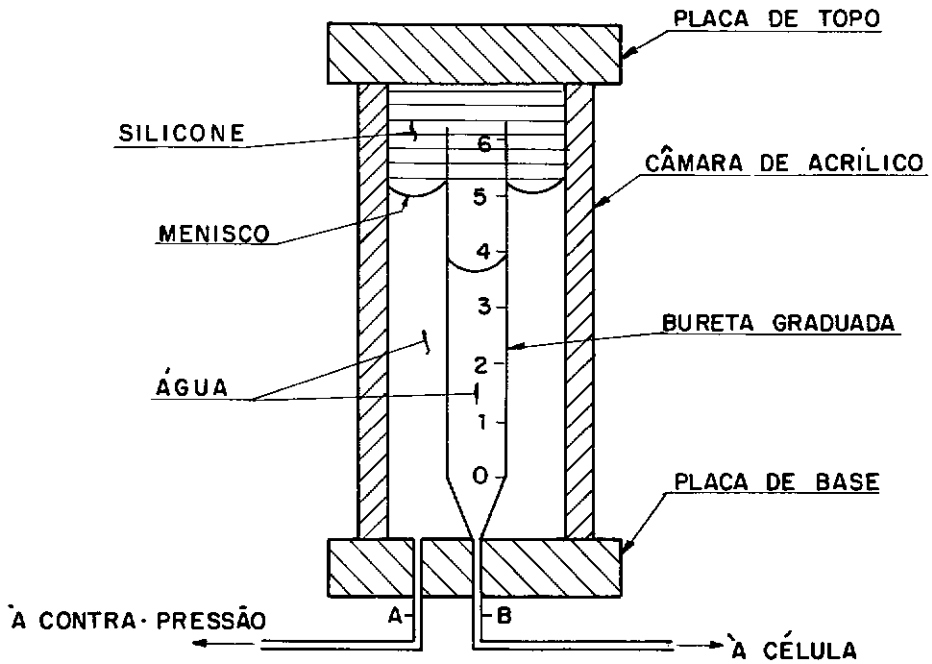


Fig. III.8.b - Bureta graduada dentro de uma câmara de acrílico.

. Medidor da diferença de pressão

O método da medida da diferença de pressão consiste de um transdutor de pressão, altamente sensível, conectado nas extremidades de uma bureta que possui dois fluidos imiscíveis. Por exemplo, o transdutor pode ser colocado entre os pontos A e B da fig. III.8.b.

. Medidor através de Bóia

O método da bóia que mede o menisco foi apresentado por MITCHELL e BURN [37]. Este equipamento, mostrado esquematicamente na fig. III.9, consiste de uma bureta em que o sistema medidor é composto de um DCDT (Direct Current Differential Transformer) com sua haste suportada por uma bóia de vidro. A bóia é submergida em óleo de silicone com ar acima dela. A bóia conectada à haste do DCDT proporcionará um sinal de resposta proporcional ao nível do menisco.

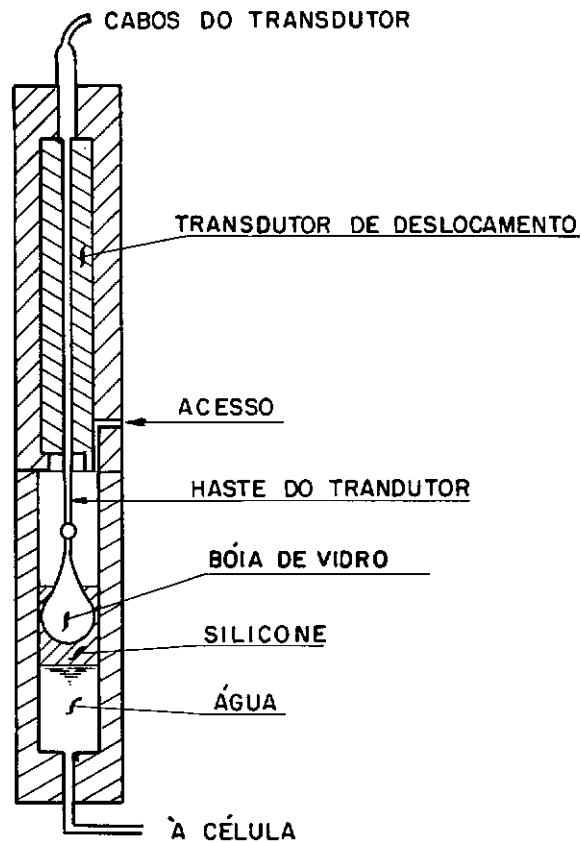


Fig.III.9 - Esquema do equipamento de medida através de bóia.

. Medidor de Volume por Eletrólito

O° medidor de volume por eletrólito foi apresentado por SHARPE [44]. O método mede diretamente o volume do eletrólito numa bureta. O eletrólito utilizado foi uma solução de cloreto de sódio. Uma vista esquemática do sistema é apresentada na fig. III.10. A água que vem da amostra está contida em um reservatório que possui uma interface água/querosene. O reservatório está conectado a uma bureta A que contém querosene e o eletrólito. O querosene isola a água dos poros do eletrólito e proporciona uma forma visual do acompanhamento da variação de volume. O eletrólito escoar para uma segunda bureta B envolta em uma folha de alumínio e atua como um capacitor variável. A bureta B está fechada em um tubo de metal entre duas placas de acrílico que isolam a folha de alumínio (eletrodo) e previne interferências externas. O contato elétrico com o eletrólito é feito por meio da inserção de um tubo de bronze, com 25 mm de comprimento, na conexão entre as buretas A e B. A parte exposta do eletrólito é coberta com uma fina camada de óleo para efeito

de isolamento.

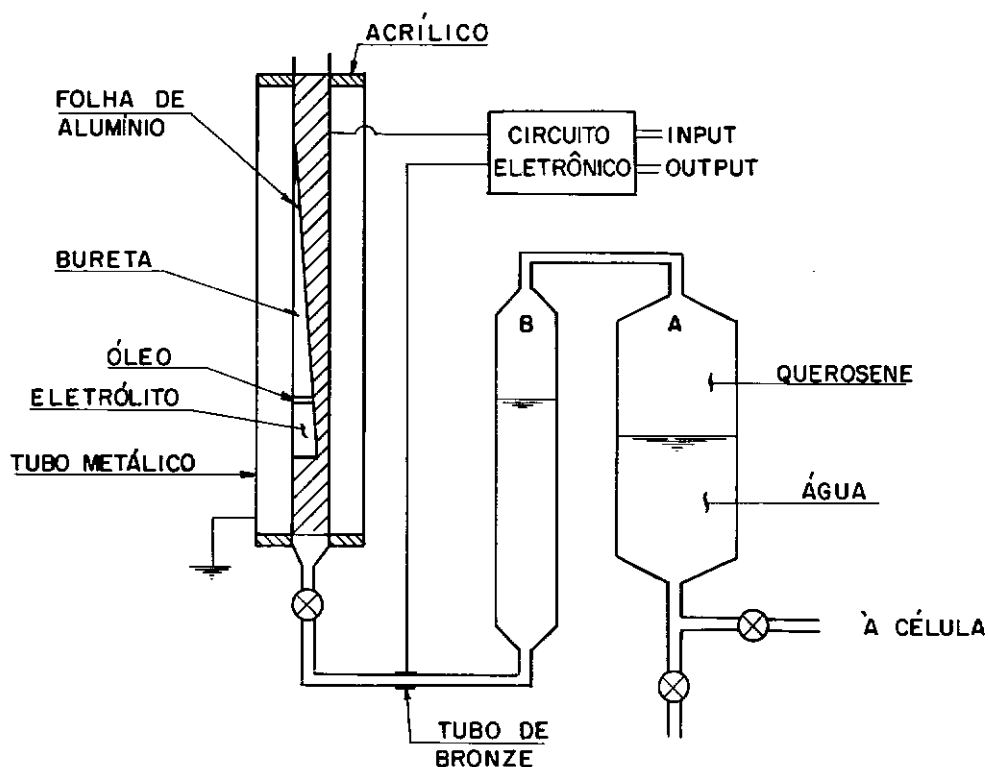


Fig. III.10 - Esquema do medidor por eletrólito.

. Equipamento de pesagem direta

MITCHELL e BURN [37] descreveram um equipamento de pesagem direta, mostrado esquematicamente na fig. III.11. O instrumento consiste de um recipiente em acrílico, suspenso por um transdutor de força e dentro do qual o fluido a ser medido pode escoar livremente. Uma pressão de ar (contra-pressão) é aplicada por um furo, para equalizá-la em todo equipamento.

. Equipamento balanceado por viga

DAVIS [20] descreveu um equipamento balanceado por viga (fig. III.12). Este equipamento permite o uso eficiente de um transdutor de força.

O equipamento consiste de dois recipientes em acrílico, com fluidos, e suspensos por uma viga de alumínio. Cada recipiente é cheio pela metade com água e o restante com silicone. Uma conexão de entrada é feita no fundo de um recipiente, de

onde uma conexão atravessa por sobre a viga, entre os topos dos recipientes e chega à entrada de fluxo no fundo do outro recipiente. Um transdutor de força é colocado em uma posição conveniente abaixo do braço da viga e é usado para medir a variação de peso relativa entre os dois recipientes.

. Sistema com Servo-Mecansimo

Um equipamento com um servo-mecanismo (fig. III.13) para medição de volume em engenharia geotécnica foi descrito por LEWIN [35]. O fluido dos poros da amostra é conectado a uma bureta que tem um recipiente de acrílico. A bureta é cheia com água e querosene e conectada por um cilindro de controle a uma fonte de contra-pressão. Os terminais de controle são ligados a uma unidade de deslocamento nulo, cheio com mercúrio (tubo U).

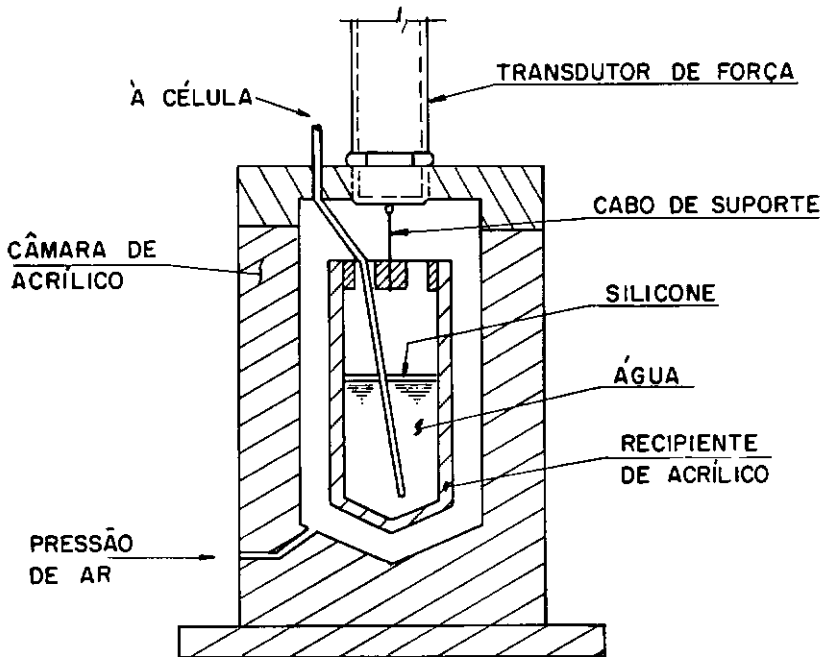


Fig. III.11 - Esquema do equipamento de pesagem direta.

Qualquer variação de volume na célula resulta em um movimento do mercúrio no tubo U. Este movimento é detectado eletricamente por contatos no mercúrio e estes são usados para ligar um servo-motor. O motor, através de uma cremalheira e pinhão, move um pistão para deslocar o líquido para compensar o movimento do mercúrio, movimentando-se o suficiente para retornar o mercúrio à sua posição inicial. Quando isto ocorre o contato elétrico é desligado. Então a variação de volume na bureta é

convertida em um movimento axial do pistão de controle e que pode ser medido por um extensômetro mecânico ou um transdutor de deslocamento. Conhecendo-se o diâmetro do pistão a variação de volume pode ser determinada.

. Sistema de Pote de Mercúrio

Um método simples e conveniente de se medir variação de volume foi desenvolvido por ROWLANDS [41]. Este método (fig.III.14) usa o sistema compensador de potes de mercúrio de BISHOP e HENKEL [10]. A distensão de uma mola nesta unidade é diretamente proporcional ao volume do fluido da amostra de solo e pode ser medido por um extensômetro mecânico ou por um transdutor de deslocamento.

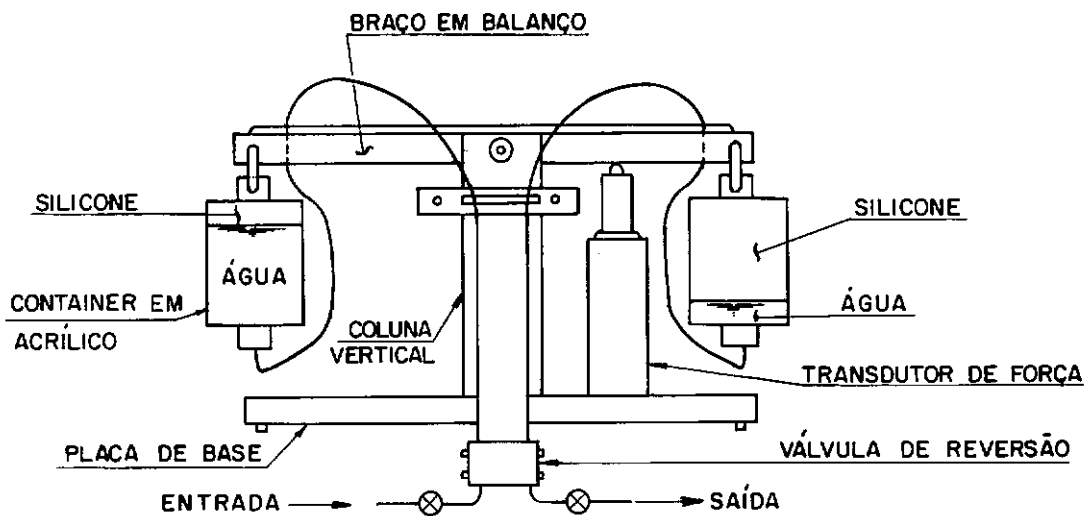


Fig. III.12 - Esquema do equipamento com viga em balanço.

A drenagem da célula triaxial é conectada a uma bureta comum para calibração, enquanto a outra extremidade do aparato é conectada a um sistema de contra-pressão. Dois potes de acrílico são cheios com mercúrio e água. Os potes são suspensos por molas, tendo um dos potes um transdutor conectado. Quando a água drena da amostra, o mercúrio escoar de um pote para outro, mas o nível nos potes continua constante devido as deformações das molas.

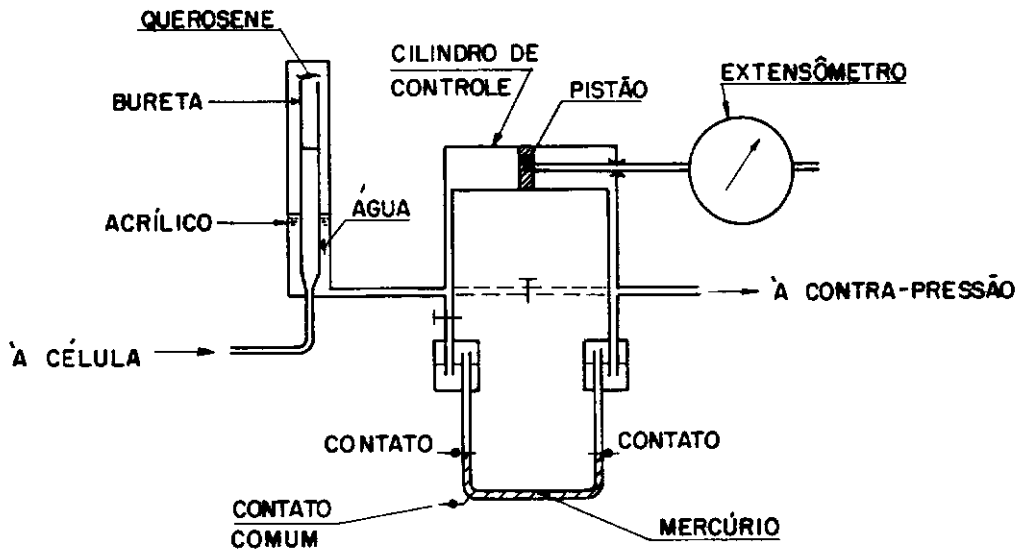


Fig. III.13 - Esquema da bureta com servo-mecanismo.

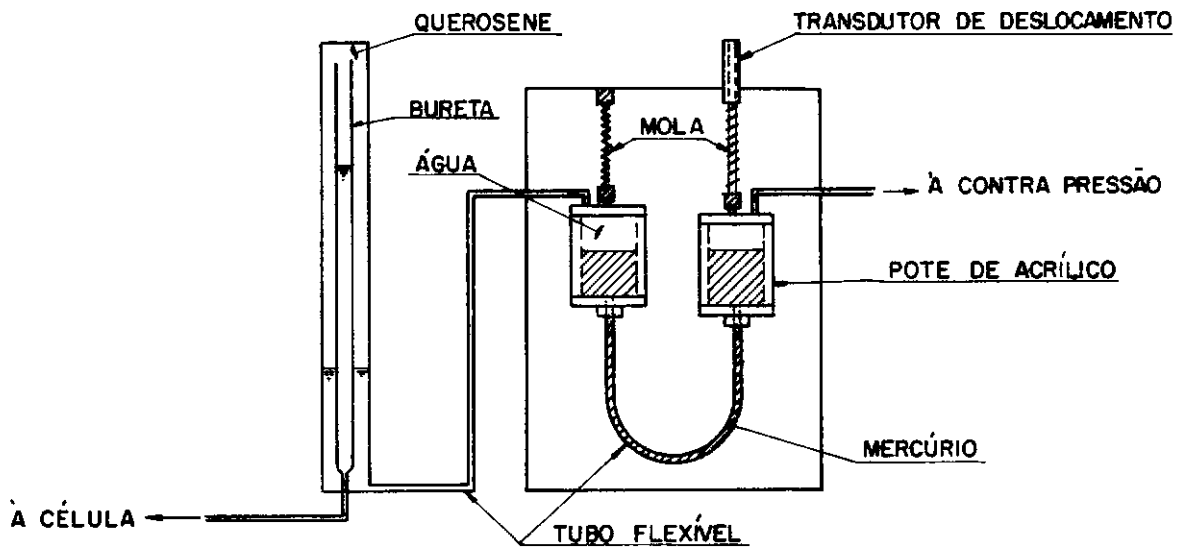


Fig. III.14 - Esquema do sistema com potes de mercúrio.

DARLEY [19] propôs um método similar que aumenta a sensibilidade do aparato usando apenas uma mola. Este novo método foi analisado por STEWART e WONG [45]. Eles chegaram à conclusão que o sistema é muito susceptível a efeitos de temperatura, necessitando portanto de uma correção dos dados obtidos em função da mudança de temperatura no decorrer do ensaio.

. Medidor de Volume do tipo Diafragma

A fig. III.15 apresenta um corte esquemático do medidor de volume do tipo desenvolvido no Imperial College (CAMPOS [12]). Dois diafragmas rolantes de baixo atrito são utilizados. Qualquer variação de volume implica em movimento do pistão. O deslocamento deste pistão é controlado por um transdutor de deslocamento preso ao topo do aparato. Campos [12] conseguiu resoluções da ordem de $0,001 \text{ cm}^3$ para instrumentos com capacidade máxima de 100 cm^3 obtidas com os medidores modelo PUC/RJ embora os mesmos tenham se mostrado sensíveis a mudanças de temperatura.

O medidor de variação de volume utilizado neste trabalho e a seguir descrito é de fabricação da WYKERRAM FARRANCE e incorpora um diafragma de rotação (Bellofram) que tem ótimas características de baixo atrito. A variação de volume é medida por um DCDT do tipo submersível. O volume útil é de 80 cm^3 e existem duas válvulas de duplo sentido para reversão infinita de fluxo.

O medidor (fig. III.16) consiste de um tubo transparente de acrílico, em posição vertical, entre duas placas horizontais. Um pequeno tubo inferior e outro superior incorporam um diafragma tipo Bellofram. A câmara inferior se comunica através de um furo à uma válvula de fluxo duplo abaixo da unidade. Um pequeno furo no tubo interior, próximo ao topo, facilita a câmara superior do tubo interior se comunicar com o espaço entre os tubos interior e exterior, o qual também tem um furo ligado a uma válvula de fluxo duplo. Um transdutor de deslocamento (DCDT) do tipo submersível é fixado dentro da câmara superior. A haste do DCDT está conectada ao pistão. O equipa-

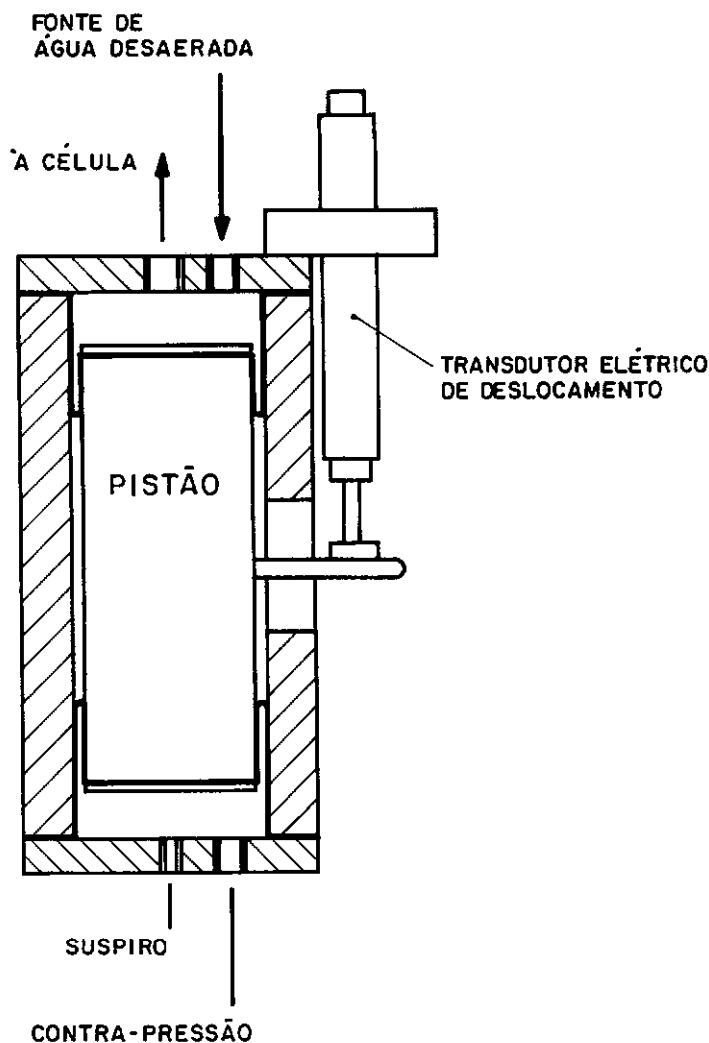


Fig. III.15 - Corte esquemático do medidor elétrico de volume do tipo Imperial College.

mento é cheio com água desaerada. Sendo uma válvula de fluxo duplo conectada à contra-pressão e a outra conectada à célula triaxial ou ao oedômetro qualquer deslocamento na água, em qualquer direção, move o pistão e com ele a haste do DCDT.

Os procedimentos para sua saturação e calibração são expostos a seguir:

SATURACÃO

. Estando o equipamento na posição vertical com as válvulas de fluxo duplo na posição inferior, abriu-se a válvula A de saída de ar. Moveram-se as válvulas C e D para dentro e conectou-se ao orifício G uma fonte de água desaerada. Quando todo o ar foi expelido pela válvula A, esta foi fechada e

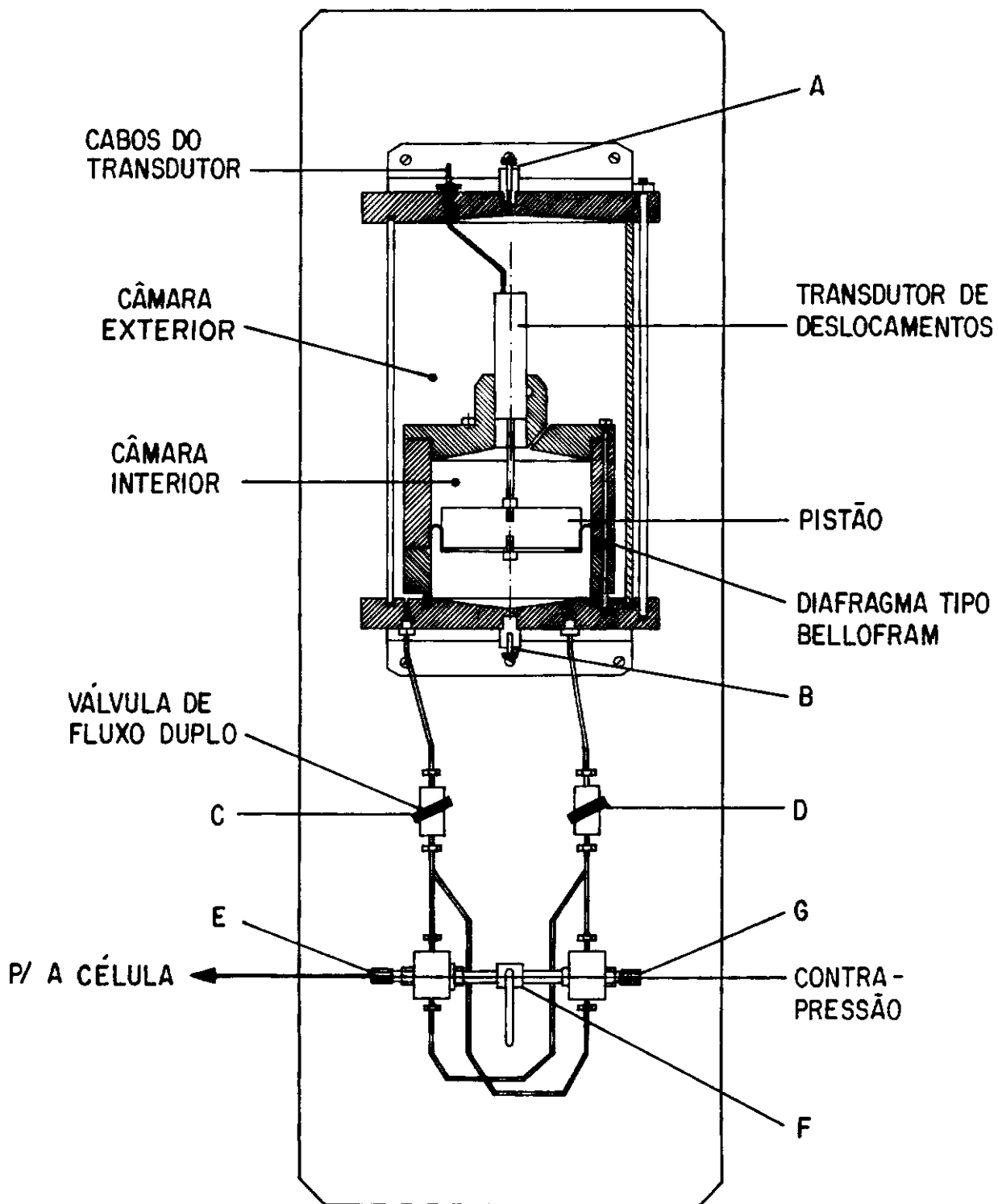


Fig. III.16 - Corte esquemático do medidor de variação de volume utilizado neste trabalho.

as válvulas C e D foram trazidas para suas posições centrais.

. Foi dado um giro de 180 graus no equipamento. Assim a válvula B estava no topo da câmara. Abriu-se a válvula de saída de ar B, puxou-se a válvula D e com a fonte ainda conectada a G encheu-se até a água escoar em B e fechou-se a válvula D.

. Retornou-se o equipamento à sua posição original (com as válvulas de fluxo duplo na posição inferior do equipamento).

. Puxaram-se as válvulas C e D até que a água escoou no orifício E e, em seguida foram levadas às suas posições centrais.

. Empurraram-se as válvulas C e D até que a água escoasse no orifício E e posteriormente foram colocadas nas suas posições centrais.

As operações acima descritas, sugeridas pelo fabricante, foram feitas lenta e cuidadosamente para que ocorresse a total eliminação do ar do interior das câmaras, pois sua permanência implicaria em erros de leitura, dada sua alta compressibilidade.

Devido à dificuldade de eliminação do ar do interior das câmaras as operações de saturação foram realizadas diversas vezes.

CALIBRAÇÃO

. Conectou-se um fornecimento d'água através do cilindro de controle do painel triaxial ao orifício G.

. Conectou-se ao orifício E uma bureta graduada com capacidade de 100 cm^3 do tipo utilizada para medidas diretas de permeabilidade em ensaios de adensamento oedométricos.

. Conectou-se o cabo do DCDT a uma fonte de alimentação e a uma unidade de leitura de voltagem (Conversor A/D).

. Com auxílio do cilindro de controle e com as válvulas C e D totalmente empurradas deslocou-se o pistão Bellofram à sua posição mais baixa.

. Agora com as válvulas C e D totalmente puxadas e com o auxílio do cilindro de controle deslocou-se o pistão Bellofram até ele estar junto à base. Fixou-se o nível na

bureta em um valor conveniente abaixo de 20 cm^3 e iniciou-se a leitura zero.

. Deslocando-se o cilindro de controle, fizeram-se sucessivas leituras da bureta e dos sinais do DCDT até que o seu curso disponível tivesse acabado.

Após três ciclos completos de subida e descida do pistão anotando-se as variações de volume e correspondentes leituras de sinal, definiu-se a constante do equipamento como sendo:

$$0,1629 \text{ mV/Vin.cm}^3$$

III.4. TÉCNICAS EXPERIMENTAIS UTILIZADAS

III.4.1. Extração e moldagem

A argila ensaiada estava armazenada em câmara úmida em shelsbies de 4" (100 mm) de diâmetro e aproximadamente um metro de comprimento. O aproveitamento (recuperação) foi em média de 70 cm de solo de cada shelby.

Em todas as fases de preparação dos corpos de prova tomou-se grande cuidado no manuseio de modo a minimizar o amolgamento excessivo do material.

Para extração do material dos shelsbies utilizou-se um extrator semelhante ao já descrito por BISHOP e HENKEL [10]. Os 5 cm iniciais e finais eram sempre desprezados. Esta região do shelby sofre grandes efeitos de amolgamento e não convém utilizá-las.

Extraía-se cerca de 10 cm da amostra e, para corpos de prova com 2" de diâmetro (ensaios preliminares) moldava-se um único corpo de prova da região central do material; para ensaios em corpos de prova com 1,4" de diâmetro o material extraído do shelby era subdividido em duas partes iguais. Uma era utilizada na moldagem imediata de um corpo de prova e a outra era identificada e acondicionada em sacos plásticos para posterior moldagem, retornando à câmara úmida.

Levava-se o material ao moldador ("trimmer") e com ajuda de um fino fio de aço moldava-se o corpo de prova. O excesso de material de moldagem era utilizado na determinação do teor de umidade do material. Após a moldagem do corpo de prova este era medido e pesado para determinação de seu peso específico.

III.4.2. Montagem do Ensaio

Saturava-se cuidadosamente o transdutor de poro pressão, os canais de aplicação de contra-pressão e medição de poro pressão. Colocava-se a pedra porosa e o disco de papel filtro, previamente saturados, sobre o pedestal. Em seguida colocava-se o corpo de prova e logo a seguir o "top cap" de acrílico.

Para os ensaios preliminares utilizou-se um "top cap" especial acompanhado de bilhas metálicas (fig. III.17) que procurava deixar a parte superior do corpo de prova se deslocar livremente durante o desenrolar do ensaio. Este procedimento mostrou-se bastante inconveniente uma vez que a carga aplicada ao topo do corpo de prova se tornava demasiadamente excêntrica o que fez, junto com a não perfeita definição do secundário, se medir baixos valores de resistência do material ensaiado.

Após a colocação do "top cap" o corpo de prova era envolto em um papel filtro lateral, previamente saturado, com dimensões semelhantes àsquelas propostas por BISHOP e HENKEL [10].

Observa-se entretanto que existem hoje evidências experimentais (ATKINSON e outros [08]) e teóricas (HOULSBY e NAGESAWARAM [26]) de que o adensamento com drenagem radial utilizando-se topo e base rígidos acarretam uma zona de maior rigidez na região vizinha ao dreno. Isto ocorre especialmente em adensamento de amostras a partir de lama visto que a poro pressão no perímetro externo cai rapidamente quando a drenagem se inicia, aumentando as tensões efetivas, produzindo portanto um anel mais rígido externo o que torna o solo heterogêneo no plano horizontal, conforme indicado através de medidas de umidade (ATKINSON e outros [08]). Tendo em vista que o objetivo principal deste trabalho não era o estudo em detalhe do compor-

tamento tensão-deformação do solo, adotou-se a prática usual de adensamento com drenagem radial para aceleração deste processo.

Após a colocação do papel filtro os corpos de prova de 2" de diâmetro eram envolvidos por apenas uma membrana impermeável, enquanto os corpos de prova com 1,4" de diâmetro foram envolvidos por duas membranas (do tipo profiláticas). Com a ajuda de dois ou três elásticos, tanto no "top cap" como na base (pedestal), a membrana era fixada para garantir total estanqueidade do sistema. Estes procedimentos são descritos em detalhe por HEAD [25]. Colocava-se então a célula triaxial e iniciava-se seu enchimento.

Nos ensaios UU seguiu-se os seguintes procedimentos:

- . saturação do corpo de prova por contra-pressão;
- . medição do parâmetro B;
- . aplicação de σ_3 ;
- . ruptura do corpo de prova com uma velocidade aproximada de 0,2083 mm/min..

No caso dos ensaios CIU adotou-se os seguintes procedimentos:

- . saturação do corpo de prova por contra-pressão;
- . medição do parâmetro B;
- . adensamento do corpo de prova;
- . expansão do corpo de prova ($OCR > 1$);
- . ruptura de corpo de prova a uma velocidade em torno de 0,01 mm/min., conforme abaixo discriminado.

Os cálculos das velocidades de ruptura dos ensaios CIU foram feitas em função do t_{100} do ensaio de maior pressão confinante e adotada para os demais. O cálculo adotado para determinação da velocidade de ensaio está descrito detalhadamente em HEAD [25].

As velocidades dos ensaios UU foram simplesmente impostas de forma a se realizar o ensaio em um período conveniente (aproximadamente 2 horas).

Os corpos de prova dos ensaios preliminares ($\varnothing=2''$) foram permitidos adensar por um período de apenas 24 horas. Este período, observou-se, não foi suficiente para uma boa definição do trecho de compressão secundária mas ainda assim permitiu a definição do adensamento primário. Insistiu-se em sua permanência no intuito de se acelerar a viabilidade do uso da placa de aplicação de carga (fig. III.17) sobre as bilhas do "top cap". Nos ensaios definitivos ($\varnothing=1,4''$) utilizou-se o "top cap" (fig. III.18) já tradicionalmente utilizado nas instalações do laboratório e os corpos de prova foram deixados adensar por períodos de até 48 horas. Este tempo se mostrou suficiente para a perfeita definição do início do trecho secundário.

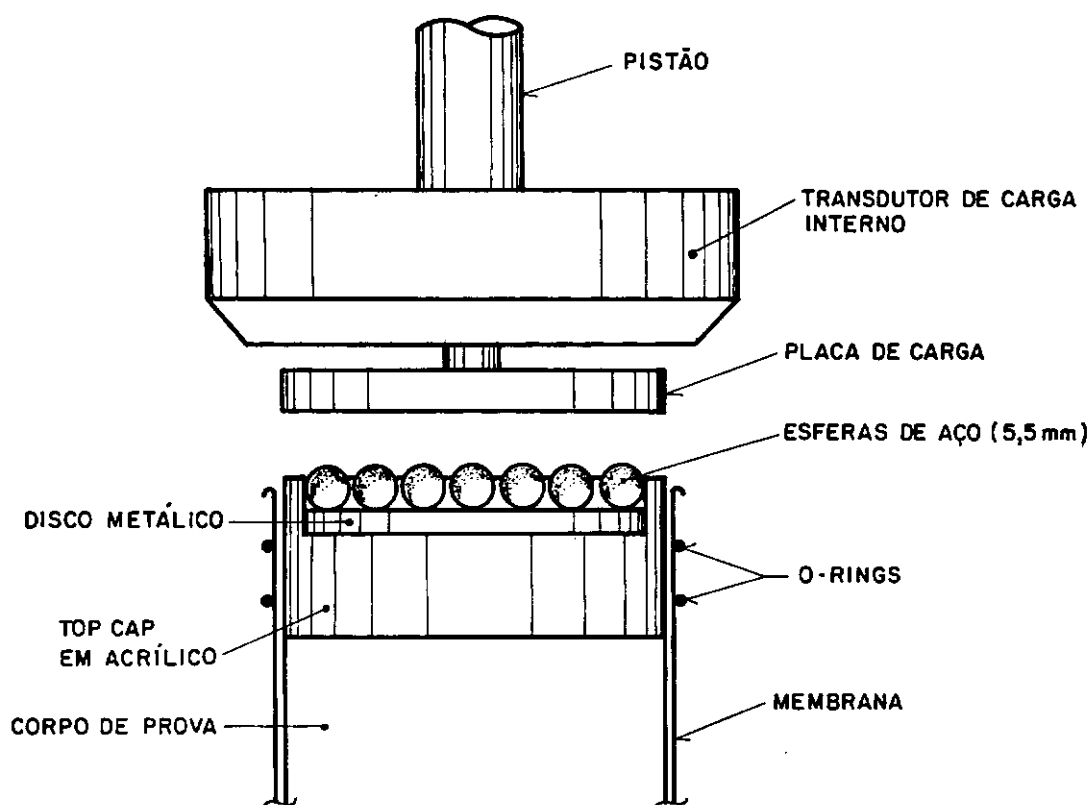


Fig. III.17 - Top cap utilizado nos ensaios Preliminares.

Em um dos ensaios preliminares (CP 09) e em dois ensaios definitivos (CPs 27 e 28), a serem apresentados no capítulo IV, foram efetuados ciclos completos de descarregamento e recarregamento. Os descarregamentos e os recarregamentos foram executados através de inversão no sentido de deslocamento da

prensa sendo mantida a mesma velocidade da fase de carregamento.

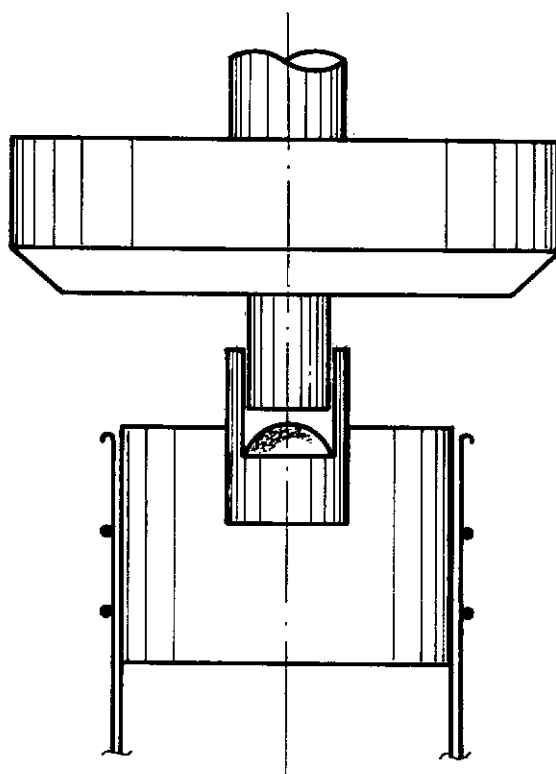


Fig. III.18 - Top cap utilizado nos ensaios definitivos.

Para medição de σ_3 e da poro pressão utilizou-se um único transdutor de pressão através de um "T" conectado às torneiras da célula e do painel triaxial (fig. III.1).

CAPÍTULO IV - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

IV.1. Introdução

Este capítulo tem como objetivo principal apresentar resultados de ensaios realizados com o sistema de aquisição de dados aqui implementado e ilustrar entre outros aspectos a sua aplicação e versatilidade. Um outro objetivo deste capítulo é a definição de parâmetros de resistência e de deformabilidade de uma argila mole retirada sob um aterro rompido. Os resultados obtidos são analisados através da teoria dos estados críticos. As características do material ensaiado são descritas no item a seguir.

IV.2. Material Ensaiado

O material ensaiado para realização deste trabalho foi uma argila cinza mole, proveniente do sub-solo abaixo do Aterro Sanitário do Caju próximo ao km 0 da Avenida Brasil na cidade do Rio de Janeiro. Esta argila pertence ao depósito conhecido como Baixada Fluminense e suas características tácteis-visuais são bastante semelhantes às da argila do Sarapuí. A fig. IV.1 apresenta uma planta geral do depósito, que envolve praticamente toda Baía da Guanabara, destacando-se o local de extração do material aqui ensaiado. A fig. IV.2 apresenta um perfil esquemático do local de extração das amostras idealizado a partir das sondagens ali realizadas. O perfil consiste basicamente de um aterro sanitário (composto de materiais diversos), disposto ao longo das margens do rio Caju, com espessura aproximada de 5,5 metros no local de extração das amostras ensaiadas. Este aterro assenta-se em uma camada de argila mole de espessura variável e que no local de extração do material ensaiado tinha uma espessura aproximada de 11,8 m.

A camada de argila mole está sobreposta a uma camada de areia fina e média com pedregulhos, mesclada, por vezes, com finas camadas de argila siltosa com pedregulhos, ou com argila arenosa, com silte argiloso e pedregulhos ou com silte arenoso.

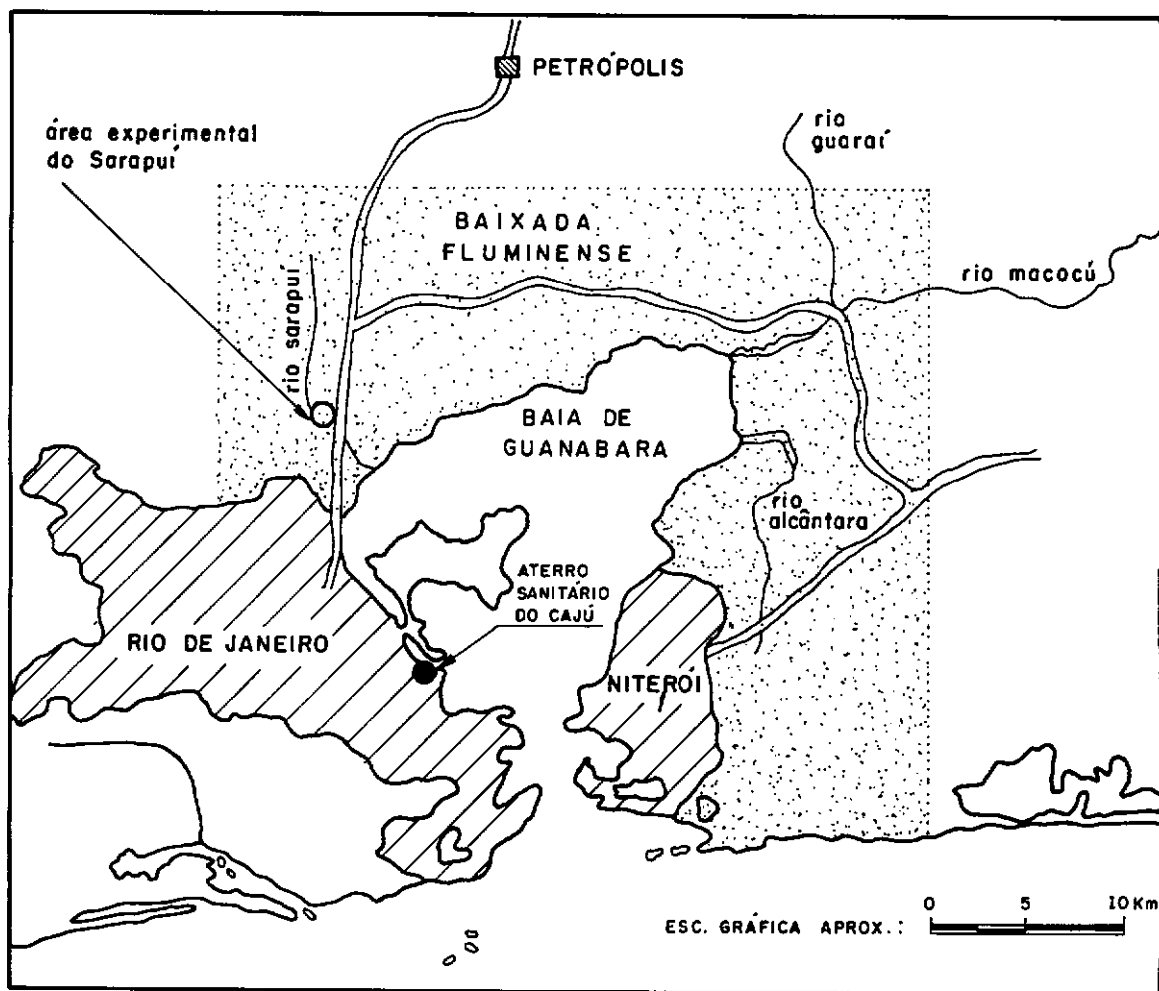


Fig. IV.1 - Planta geral da Baixada Fluminense e local de extração do material ensaiado.

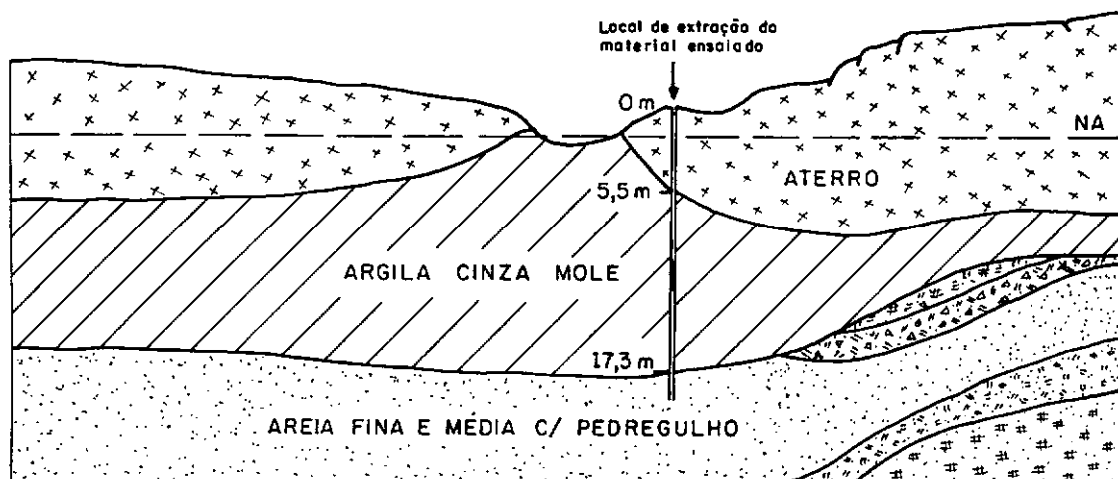


Fig. IV.2 - Perfil esquemático do local de extração do material ensaiado.

O aterro apresenta, em sua superfície, diversas fendas, dispostas de forma mais ou menos paralelas e desníveis acentuados que indicam, provavelmente, a ocorrência de deslizamentos recentes. O nível d'água no local é próximo ao do rio Caju que banha a região. Maiores detalhes do local serão descritos por CUNHA [18].

Para caracterização do material foram realizados ensaios de limite de liquidez, limite de plasticidade (ambos com secagem prévia do material), ensaios de determinação da massa específica real dos grãos e granulometria por sedimentação (estes últimos com o material na umidade natural). A caracterização do material será exposta de forma minuciosa por CUNHA [18].

Na tabela IV.1 apresentam-se os valores médios dos ensaios de caracterização realizados no material analisado. Estão também apresentadas as médias das determinações do teor de umidade natural, índice de vazios inicial, peso específico natural e grau de saturação obtidos quando da realização dos ensaios triaxiais. A tabela IV.1 mostra também os valores médios obtidos por ORTIGÃO [39] para a argila do Sarapu.

IV.3. Programa de Ensaio Triaxiais

IV.3.1. Ensaio CIU preliminares

Para que se pudesse fazer uma avaliação generalizada do sistema automático de aquisição de dados quanto ao seu potencial de acompanhamento, cálculo e apresentação de resultados definiu-se um programa de ensaios CIU ($\emptyset 2''$), adensados isotropicamente e com medida de poro pressão. Este programa consistiu de três ensaios normalmente adensados (pressões confinantes de 400, 600 e 800 kPa) e três ensaios pré-adensados com valores de OCRs iguais a 2, 4 e 8 e pressões confinantes máximas de 800 kPa. Estes ensaios visavam testar a eficiência do conjunto placa/bilhas/"top cap" (fig. III.17) assim como testar de forma definitiva o acompanhamento do sistema automático de aquisição de dados ora implantado.

IV.3.2. Ensaio UU

Na segunda fase foram realizados ensaios UU, saturados por contra-pressão, com pressões confinantes variando na faixa de 100 a 500 kPa, em amostras de 1,4" de diâmetro e utilizando-se o "top cap" já tradicionalmente usado no laboratório (fig. III.18). Esta bateria de ensaios visava a determinação da resistência não drenada "in situ" do material ensaiado.

IV.3.3. Ensaio CIU definitivos

Nesta fase, decidiu-se fazer uma nova bateria de ensaios CIU, também adensados isotropicamente, desta vez em amostras com 1,4" de diâmetro e "top cap" tradicional. A bateria de ensaios realizada foi de três ensaios normalmente adensados (pressões confinantes de 200, 400 e 600 kPa) e três ensaios pré-adensados com valores de OCRs iguais a 2, 4 e 8 e com pressões confinantes máximas de 600 kPa. Seus resultados serão comparados com os da primeira fase. A tabela IV.2 apresenta um resumo dos ensaios realizados.

IV.4. Apresentação e análise dos resultados dos ensaios CIU

IV.4.1. Resultados dos ensaios

A tabela IV.3 apresenta as características de todos os ensaios CIU. A velocidade da maioria dos ensaios foi de 0,01 mm/min., calculada com base nos procedimentos convencionais (ver item III.4.2) a menos do ensaio 21, realizado a uma velocidade de 0,05 mm/min. e do ensaio 27 realizado a uma velocidade de 0,018 mm/min.

Na tabela IV.3 os corpos de prova de 02 a 09 referem-se aos ensaios preliminares (item IV.2.1) e os corpos de prova 21 a 28 referem-se aos ensaios definitivos (item IV.2.3).

Tanto nos ensaios preliminares como nos definitivos obedeceram-se as recomendações de diversos autores (por exemplo, LAMBE [33], BISHOP e HENKEL [10]) de se manter a razão

altura/diâmetro (H/D) entre 1,5 e 2,5 para minimizar a influência do atrito com as extremidades rígidas e evitar uma excessiva esbeltez do corpo de prova.

A tabela IV.4 apresenta um resumo de todos os resultados obtidos para a condição de ruptura (critério de tensão desvio máxima) para cada um dos ensaios. Todos os corpos de prova apresentaram um plano de ruptura bem definido. Apresentam-se nos dois itens a seguir os diagramas com os resultados dos ensaios realizados.

Amostras normalmente adensadas: ensaios preliminares

A fig. IV.3 apresenta os resultados de tensão desvio versus deformação específica axial para os ensaios normalmente adensados da série preliminar. Como se observa, essas curvas apresentam uma queda excessiva de resistência pós-pico, o que não é uma característica de corpos de prova adensados isotropicamente. Com efeito, a observação visual dos corpos de prova durante os ensaios indicaram que os mesmos apresentavam uma tendência de desalinhamento de seu eixo vertical, decorrente da liberdade de movimento permitida pelo sistema de bilhas utilizado.

O sistema de bilhas foi aqui adotado tendo em vista ter sido utilizado no Laboratório de Geotecnia da COPPE-UFRJ por OLIVEIRA [38] tanto em ensaios em areias com extremidades lubrificadas, em corpos de prova com relação H/D próximas da unitária, como em ensaios usuais com relações H/D próximas de 2. Entretanto tal sistema não se mostrou adequado para as condições presentes, apesar de ter sido utilizado também por PENMAN [40] e BISHOP e outros [11] em amostras que continham fissuras ou alguma outra superfície de descontinuidade, o que não foi o caso do material usado para este trabalho. Desta forma optou-se por modificar o sistema do "top cap" (conforme descrito no item III.4.2) para a série definitiva dos ensaios CIU.

Observa-se nestas curvas, para deformações axiais superior-

ENSAIO TRIAXIAL CU

Amostra: SM10-1A e SM10-1B

Profundidade: 9 a 10m 14 a 15m e 16 a 17m

Operador: Emidio N. S. Lira

Corpo de Prova n.		04	05	08			
Pressão Confinante (kPa)		400	600	800			
Velocidade de Ensaio (mm/min)		.0092	.0092	.0092			
Inicial	Unidade (D)	106.83	90.74	100.03			
	Índice de Vazios	2.771	2.707	2.752			
	G. de Saturação (D)	101.4	93.51	99.29			
	P. esp. seco (g/cm ³)	.697	.752	.728			
Unidade final (D)		69.7	51.13	44.41			

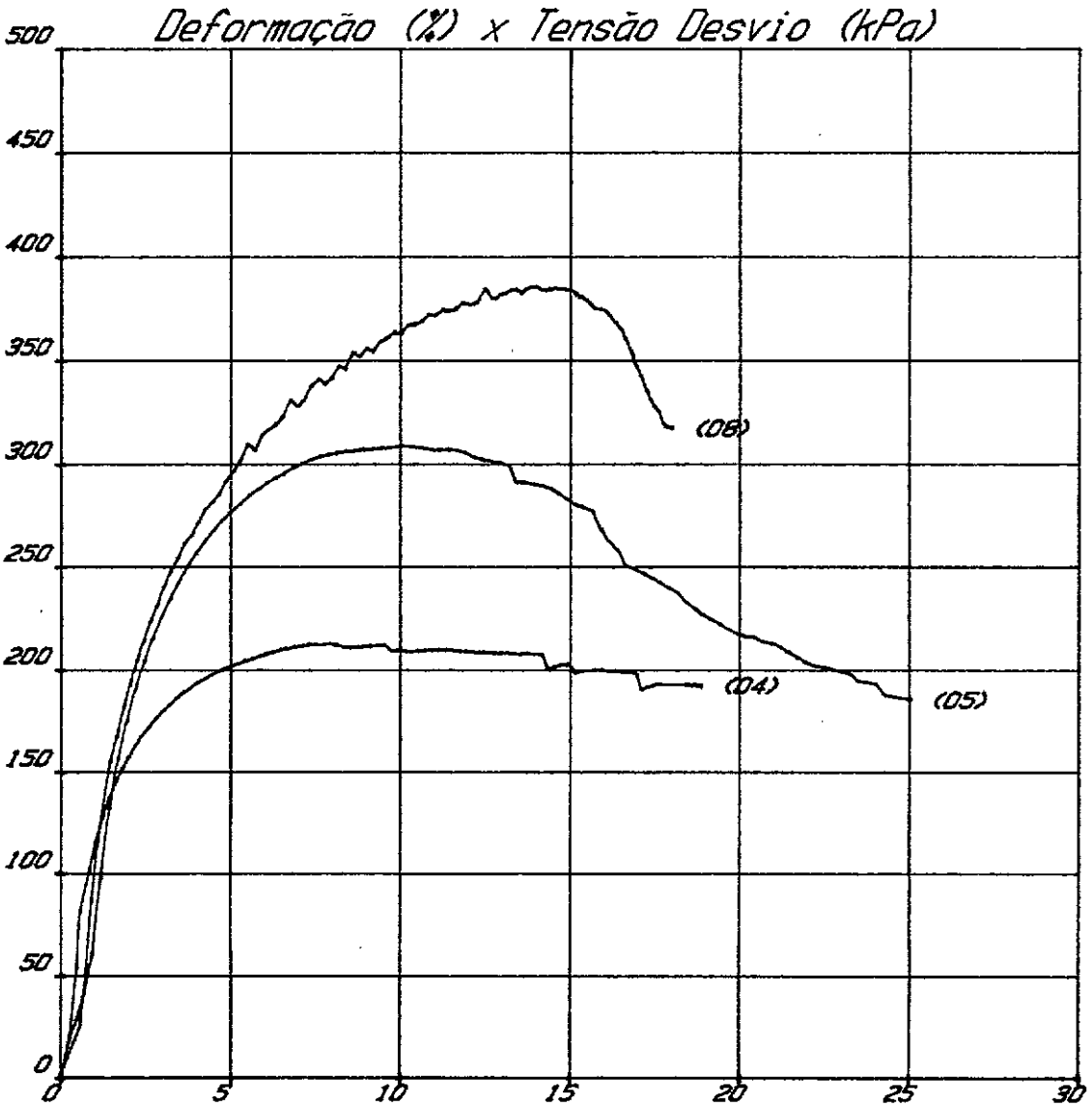


Fig. IV.3 — Curvas tensão x deformação dos ensaios \overline{CU} normalmente adensados preliminares.

res a 5%, a ocorrência de oscilações da tensão desvio. Também observa-se um maior nível de oscilações para deformações axiais pós pico. A este nível de deformação a geometria do corpo de prova, já se afasta da cilíndrica. A excentricidade induzida pelo sistema de bilhas e a possibilidade do comportamento tensão versus deformação do material ensaiado ser não homogêneo poderia explicar as oscilações, contudo um estudo mais detalhado deverá ser feito para se avaliar os reais motivos desta ocorrência.

Amostras normalmente adensadas: ensaios definitivos

As figs IV.4 a IV.9 apresentam resultados dos ensaios normalmente adensados da série definitiva. Observa-se na fig. IV.4 que as curvas tensão desvio versus deformação específica apresentam, conforme esperado, um formato pós-pico mais típico para amostras adensadas isotropicamente do que as dos ensaios preliminares. Com relação à ocorrência de oscilações nas curvas tensão-deformação, as mesmas são de magnitude bem inferior as da série preliminar mas ainda assim não se encontram explicações totalmente convincentes para as mesmas. De qualquer forma, existe a possibilidade destas oscilações serem explicadas por um comportamento semelhante ao embricamento que ocorre nas areias e que dado o grande número de leituras (em torno de 100 por ensaio) se tornam aparentes. Este fato não se mostra explícito no caso de leituras manuais talvez devido o número de leituras por ensaio ser muito reduzido e por se traçar uma curva média por entre os pontos.

A fig. IV.4 apresenta as curvas tensão desvio versus deformação específica onde se observam no início das curvas indicações que ocorreram pequenos problemas de assentamento. Esses problemas, comuns em ensaios correntes, podem ser contornados com o procedimento (ATKINSON [06]) através do qual utiliza-se uma câmara triaxial com pleno acesso às extremidades do corpo de prova durante a montagem do mesmo, visto ser o sistema pistão-"top cap"-topo da célula suportado por hastes internas ao perpex, sendo esse colocado sozinho ao final, após se assegurar o perfeito assentamento entre o corpo de prova e

ENSAIO TRIAXIAL CU

Amostra: SM10-1A

Profundidade: 13 a 14m

Operador: E. N. S. L.

Corpo de Prova n.		21	22	23	24		
Pressão Confinante (kPa)		600	600	400	200		
Velocidade de Ensaio (mm/min)		.052	.01	.01	.01		
Inicial	Umidade (%)	80.39	81.57	78.79	79.39		
	Índice de Vazios	2.137	2.108	2.197	2.069		
	G. de Saturação (%)	100.84	100	98.78	100		
	P. esp. seco (g/cm ³)	.854	.862	.854	.873		
Umidade final (%)		45.22	45.9	49.01	57.23		

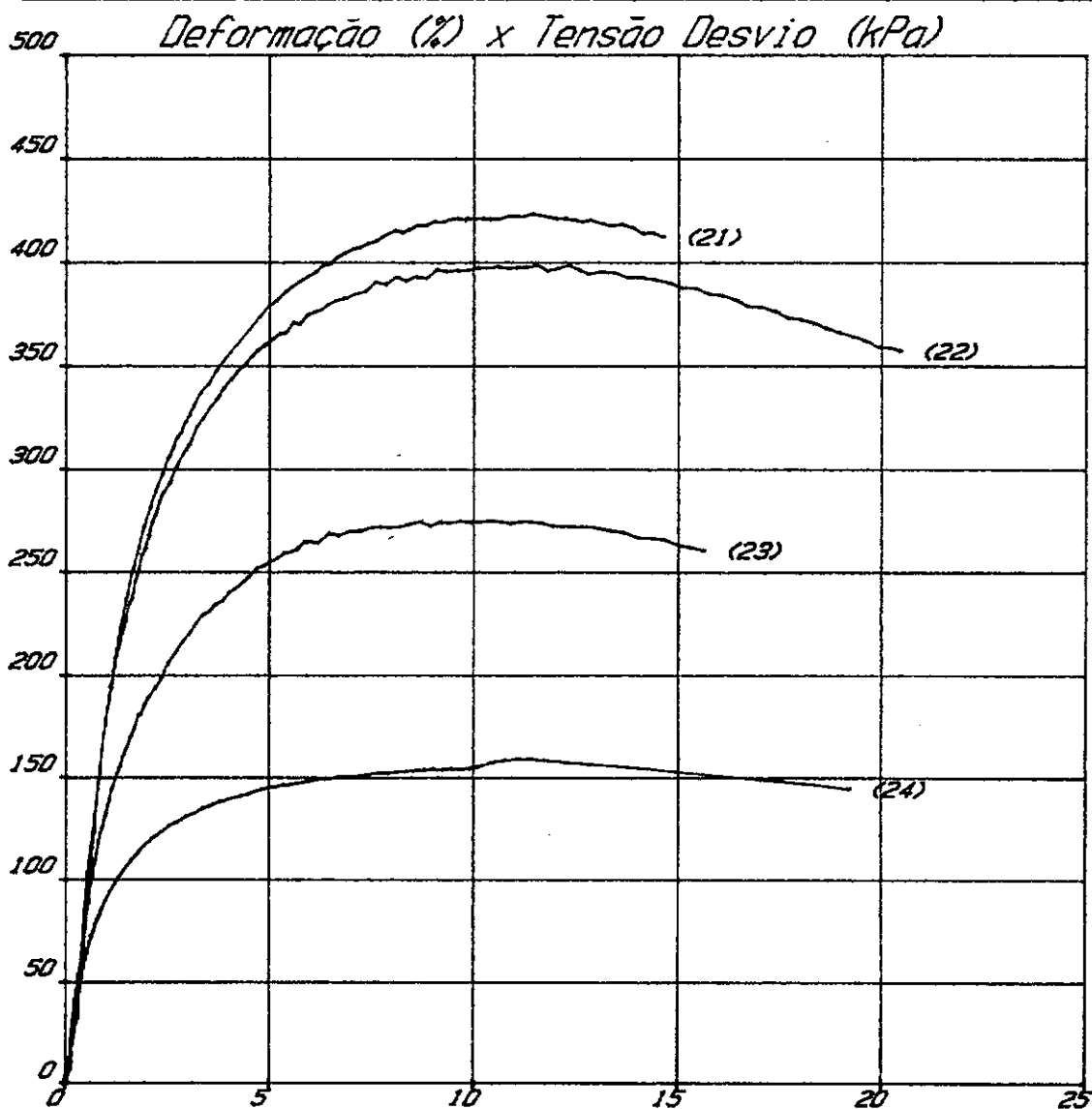


Fig. IV. 4 — Curvas tensão x deformação dos ensaios $\overline{\text{CIU}}$ normalmente adensados definitivos.

suas extremidades. De qualquer forma foram efetuadas as correções das deformações de assentamento para os cálculos de módulos de deformação adiante apresentados.

A fig. IV.5 mostra resultados de poro pressão versus deformação específica axial. A exemplo do que mostrou ALMEIDA [01] observa-se que as poro pressões ainda apresentavam uma tendência de aumento no final dos ensaios. Entretanto optou-se por paralisar os ensaios para deformações específicas entre 15% e 20% visto que para maiores deformações outros fatores, tais como influência da membrana, papel filtro e a hipótese do corpo de prova permanecer cilíndrico, passam a influenciar os resultados dos ensaios (LADE e HERNANDEZ [32] e LA ROCHELLE [31]).

Pode-se observar na fig. IV.5 que a curva do ensaio 21 se encontra bem abaixo da curva do ensaio 22. Ressalta-se aí o fato de ambos ensaios terem sido adensados à mesma pressão confinante. Esta discrepância de resultados dos dois ensaios já era esperada uma vez que o ensaio 21 foi rompido a uma velocidade 5 vezes maior não permitindo então uma perfeita equalização das poro pressões no corpo de prova. Mesmo assim o resultado do ensaio 21 pode ser analisado em conjunto com os demais, tomando-se os devidos cuidados.

Os resultados de relação de tensões principais efetivas σ'_1/σ'_3 versus deformação específica axial são apresentados na fig. IV.6. Observa-se, a menos do ensaio 24, que os outros três ensaios apresentaram curvas bastante coincidentes incluindo a do ensaio 21 realizado a uma velocidade 5 vezes maior. Assim sendo interpretou-se que o resultado do ensaio 24 não é tão confiável quanto os demais normalmente adensados.

As curvas de parâmetro A versus deformação específica axial são apresentadas na fig. IV.7 e as curvas dos quatro ensaios são relativamente próximas entre si, incluindo-se aí também a do ensaio 24.

ENSAIO TRIAXIAL CU

Amostra: SM10-1A

Profundidade: 13 a 14m

Operador: E. N. S. L.

Corpo de Prova n.		21	22	23	24		
Pressão Confinante (kPa)		600	600	400	200		
Velocidade de Ensaio (mm/min)		.052	.01	.01	.01		
Inicial	Umidade (%)	80.39	81.57	78.79	79.39		
	Índice de Vazios	2.137	2.108	2.197	2.069		
	G. de Saturação (%)	100.84	100	98.78	100		
	P. esp. seco (g/cm ³)	.854	.862	.854	.873		
Umidade final (%)		45.22	45.9	49.01	57.23		

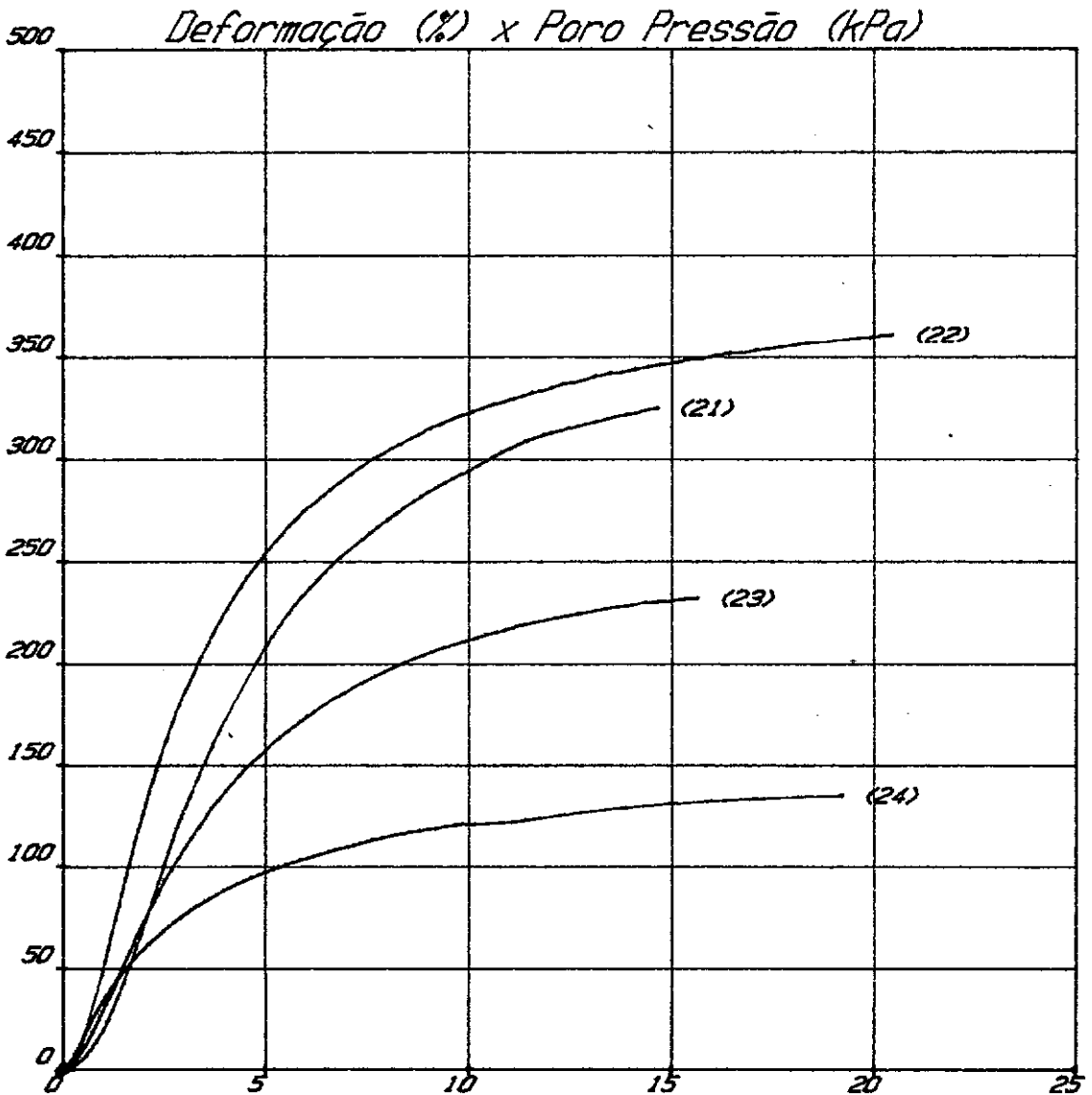


Fig. IV.5 — Curvas poro pressão x deformação dos ensaios CIU normalmente adensados definitivos.

ENSAIO TRIAXIAL CU

Amostra: SM10-1A

Profundidade: 13 a 14m

Operador: E. N. S. L.

Corpo de Prova n.		21	22	23	24		
Pressão Confinante (kPa)		600	600	400	200		
Velocidade de Ensaio (mm/min)		.052	.01	.01	.01		
Inicial	Unidade (D)	80.39	81.57	78.79	79.39		
	Índice de Vazios	2.137	2.108	2.197	2.069		
	G. de Saturação (D)	100.84	100	98.78	100		
	P. esp. seco (g/cm ³)	.854	.862	.854	.873		
Unidade final (D)		45.22	45.9	49.01	57.23		

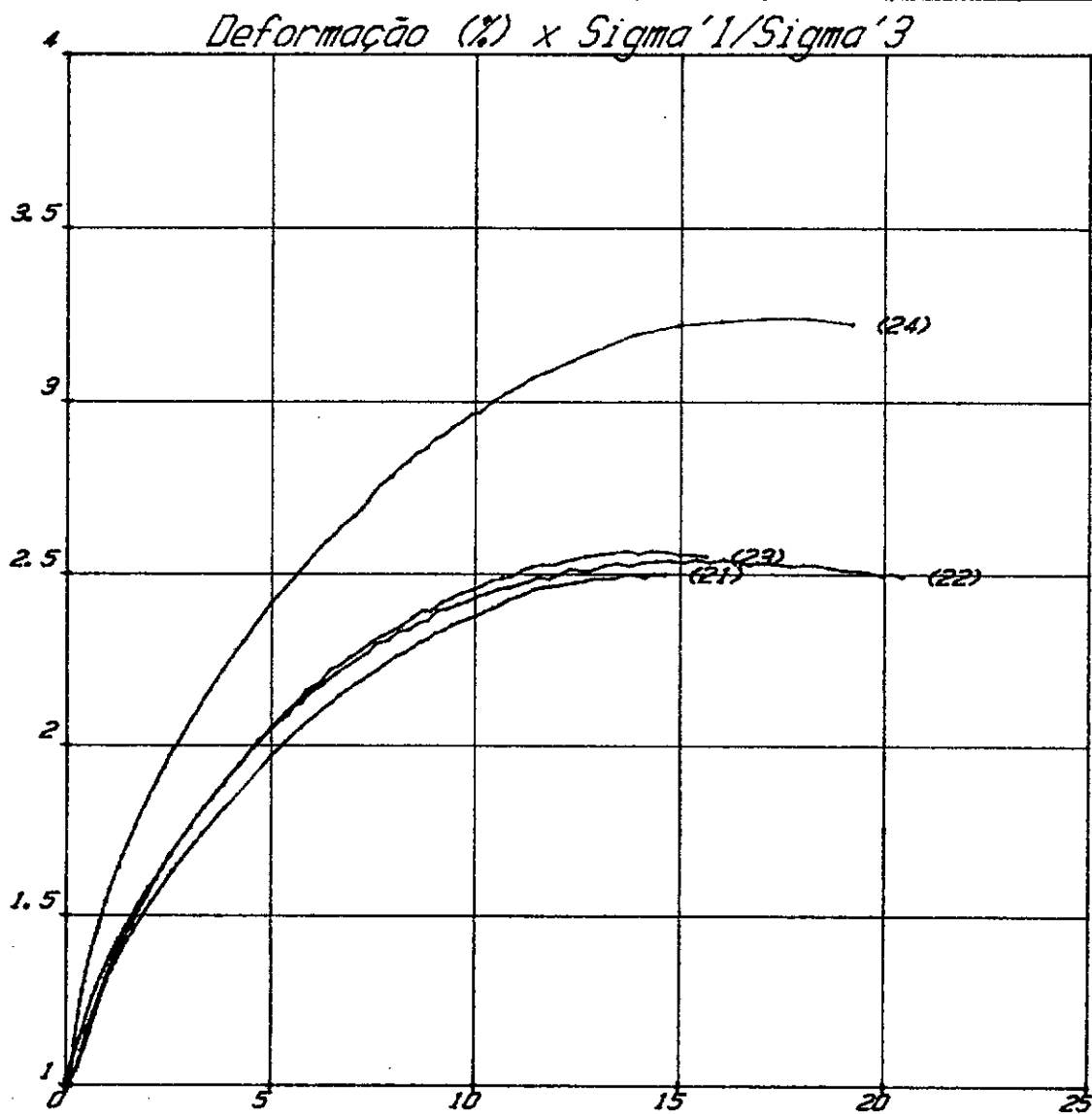


Fig. IV.6 — Curvas σ'_1 / σ'_3 x deformação dos ensaios CIU normalmente adensados definitivos.

ENSAIO TRIAXIAL CU

Amostra: SM10-1A

Profundidade: 13 a 14m

Operador: E. N. S. L.

Corpo de Prova n.	21	22	23	24		
Pressão Confinante (kPa)	600	600	400	200		
Velocidade de Ensaio (mm/min)	.052	.01	.01	.01		
Inicial	Umidade (%)	80.39	81.57	78.79	79.39	
	Índice de Vazios	2.137	2.108	2.197	2.069	
	G. de Saturação (%)	100.84	100	98.78	100	
	P. esp. seco (g/cm ³)	.854	.862	.854	.873	
	Umidade final (%)	45.22	45.9	49.01	57.23	

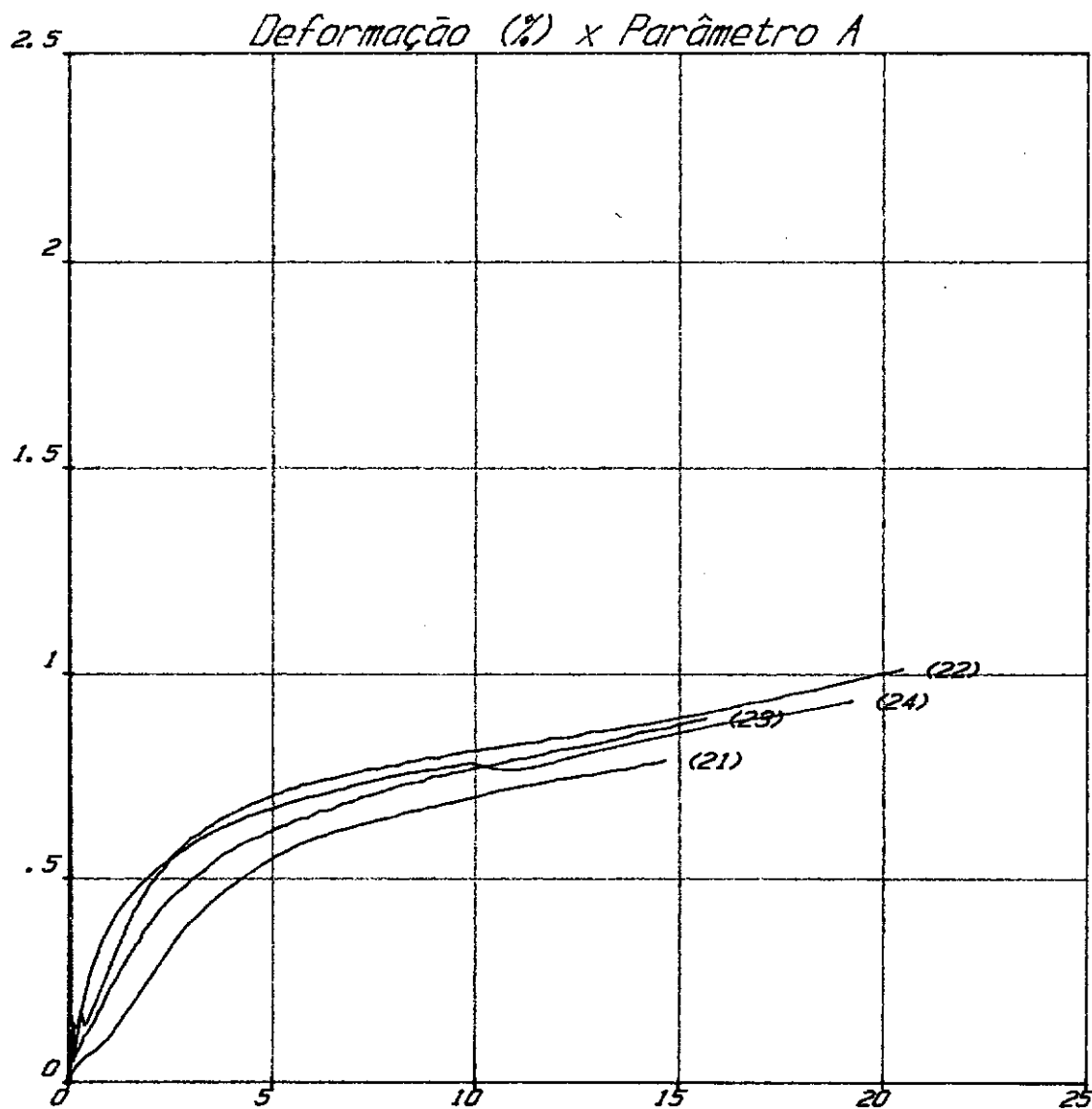


Fig. IV.7 — Curvas parâmetro A x deformação dos ensaios $\bar{C}U$ normalmente adensados definitivos.

A fig. IV.8 apresenta as trajetórias de tensões $s' \times t'$ (LAMBE [34]) para os quatro ensaios. Observa-se que as três curvas com a mesma velocidade têm formas semelhantes(*), conforme esperado, visto tratarem-se de amostras normalmente adensadas. Conforme esperado o ensaio 21 apresentou uma curva à direita da do ensaio 22. Isto se explica pelo fato do ensaio 21 ter sido realizado a uma velocidade 5 vezes maior que o ensaio 22, levando com isso à maiores tensões desvio e a menores poro pressões e portanto afetando diretamente os valores de s' e t' .

A fig. IV.8 apresenta também a envoltória de ruptura para a condição de tensão desvio máxima. Os parâmetros de resistência obtidos são:

$$\begin{aligned} a' &= 0 & \alpha' &= 23,4^\circ \\ c' &= 0 & \theta' &= 25,7^\circ \end{aligned}$$

Os parâmetros c' e θ' acima concordam muito bem com valores $c'=0$ e $\theta'=25^\circ$ obtidos para a argila do Sarapuí por ORTIGÃO [39] e COSTA-FILHO e outros [16]. Mais recentemente COSTA-FILHO e outros [15] obtiveram $c'=1,5$ kPa e $\theta'=25^\circ$ para profundidades próximas às aqui ensaiadas a partir de ensaios à níveis de tensões inferiores aos ensaios anteriores.

As curvas de resistência não drenada normalizadas pela tensão confinante versus a deformação específica axial são apresentadas na fig. IV.9. Observa-se que o ensaio 24 foi o único atípico.

Uma avaliação dos resultados acima indica que a maior velocidade do ensaio 21 (cinco vezes maior que a dos demais) influenciou de forma acentuada apenas nos valores de poro pressões e pouco na tensão desvio. Ensaios na argila do

(*) A normalização das mesmas pela tensão confinante, resultados esses não apresentados aqui, não apresentaram uma boa concordância.

ENSAIO TRIAXIAL CU

Amostra: SM10-1A

Profundidade: 13 a 14m

Operador: E. N. S. L.

Corpo de Prova n.		21	22	23	24		
Pressão Confinante (kPa)		600	600	400	200		
Velocidade de Ensaio (mm/min)		.052	.01	.01	.01		
Inicial	Umidade (%)	80.39	81.57	78.79	79.39		
	Índice de Vazios	2.137	2.108	2.197	2.069		
	G. de Saturação (%)	100.84	100	98.78	100		
	P. esp. seco (g/cm ³)	.854	.862	.854	.873		
Umidade final (%)		45.22	45.9	49.01	57.23		

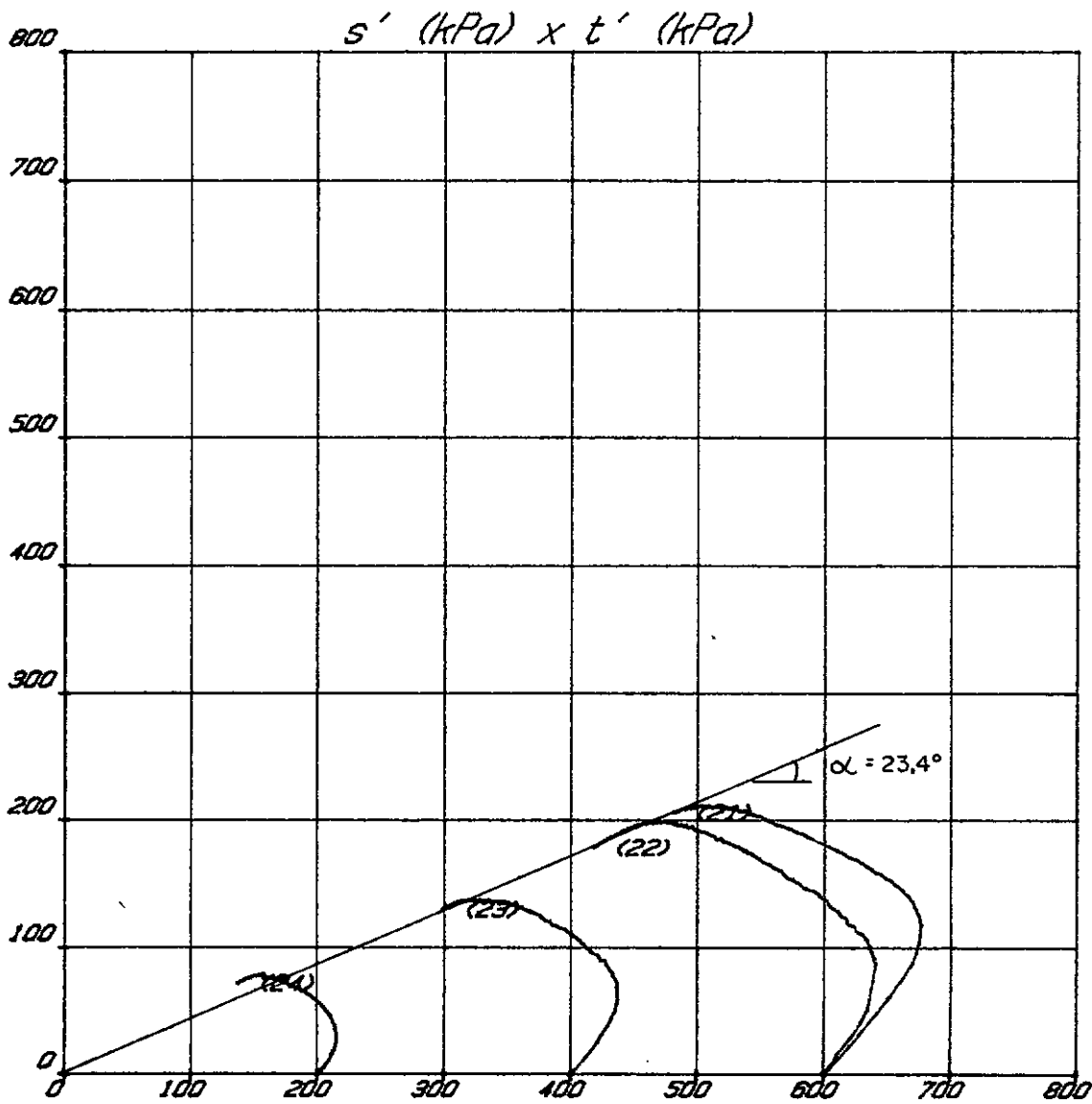


Fig.IV.8 — Trajetória de tensões dos ensaios $\overline{\text{CIU}}$ definitivos e envoltória de ruptura para $\sigma_{d\text{máx}}$.

ENSAIO TRIAXIAL CU

Amostra: SM10-1A

Profundidade: 13 a 14m

Operador: E. N. S. L.

Corpo de Prova n.		21	22	23	24		
Pressão Confinante (KPa)		600	600	400	200		
Velocidade de Ensaio (mm/min)		.052	.01	.01	.01		
inicial	Unidade (D)	80.39	81.57	78.79	79.39		
	Índice de Vazios	2.137	2.108	2.197	2.069		
	G. de Saturação (D)	100.84	100	98.78	100		
	P. esp. seco (g/cm ³)	.854	.862	.854	.873		
Unidade final (D)		45.22	45.9	49.01	57.23		

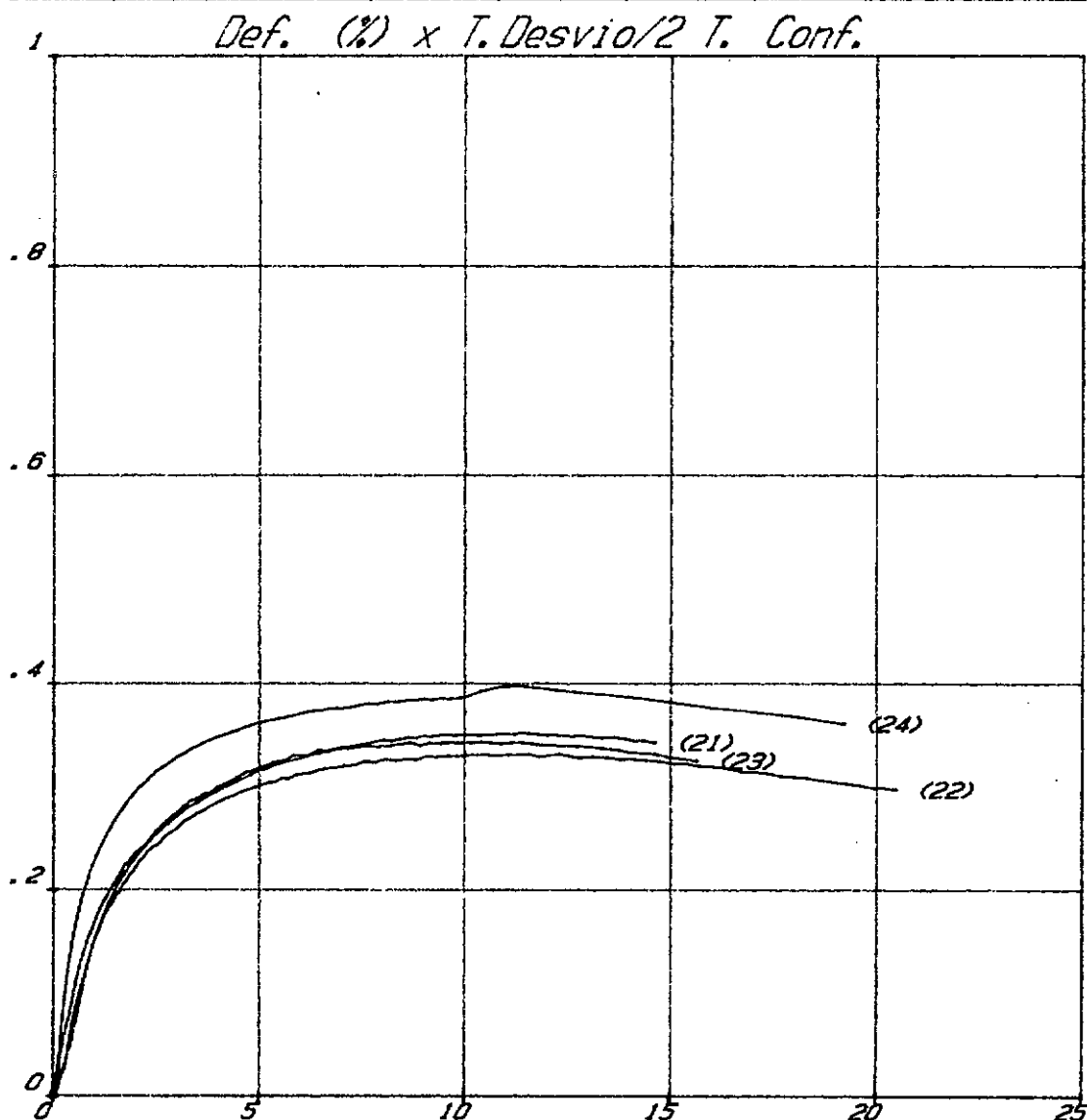


Fig. IV.9 — Curvas de resistência não-drenada normalizada dos ensaios definitivos.

Sarapuá (ORTIGÃO [39]) indicaram um aumento de S_u de 15% para um aumento de 10 vezes na velocidade de ruptura.

Amostras pré-adensadas: ensaios definitivos

Os resultados dos ensaios em amostras pré-adensadas são apresentados nas figs IV.10 e IV.11. Observa-se que nos ensaios 27 e 28 foi realizado um ciclo de descarregamento-recarregamento para a melhor definição do módulo de elasticidade não-drenado (E_u). Tendo em vista que os laços de descarregamento e recarregamento dos ensaios 27 e 28 foram realizados em deformações específicas muito próximas, optou-se por se apresentar os resultados destes em gráficos em separado. Os valores de E_u relativos aos ciclos de descarregamento e recarregamento dos ensaios 27 e 28 foram respectivamente de 19048 e 18763 kPa. A análise dos valores de módulo de deformação será apresentada adiante.

Um resultado inesperado foi a curva tensão desvio versus deformação específica axial do ensaio 27 ter se localizado abaixo da curva do ensaio 28, uma vez que o primeiro foi realizado à uma pressão confinante de 300 kPa ($\sigma'_c=2$) e o segundo foi realizado à uma pressão confinante de 150 kPa ($\sigma'_c=4$). Contudo (Tabela IV.3) a umidade final do ensaio 28 foi menor que a do ensaio 27 o que pode ter levado a tal discrepância.

IV.4.2 Valores teóricos de resistência não-drenada (S_u) e do parâmetro de poro pressão (A)

De acordo com a teoria dos estados críticos (SCHOFIELD e WROTH [42]; ATKINSON e BRANSBY [07]) a resistência não-drenada (S_u) normalizada pela pressão confinante (σ'_c) para um solo normalmente adensado para o modelo Cam-Clay modificado é dada por (ALMEIDA [03] e WROTH [47]):

$$\left(\frac{S_u}{\sigma'_c} \right)_{na} = \left(\frac{M}{2} \right)^{2^{-\lambda}} \quad (IV.1)$$

ENSAIO TRIAXIAL CU

Amostra: SM10-1B

Profundidade: 16 a 17 m

Operador: ENSL+RPC

Corpo de Prova n.		25	28				
Pressão Confinante (kPa)		75	150				
Velocidade de Ensaio (mm/min)		.01097	.0092				
Inicial	Umidade (%)	85.75	77.74				
	Índice de Vazios	2.386	2.12				
	G. de Saturação (%)	98.14	100				
	P. esp. seco (g/cm ³)	.807	.875				
Umidade final (%)		53.59	45.6				

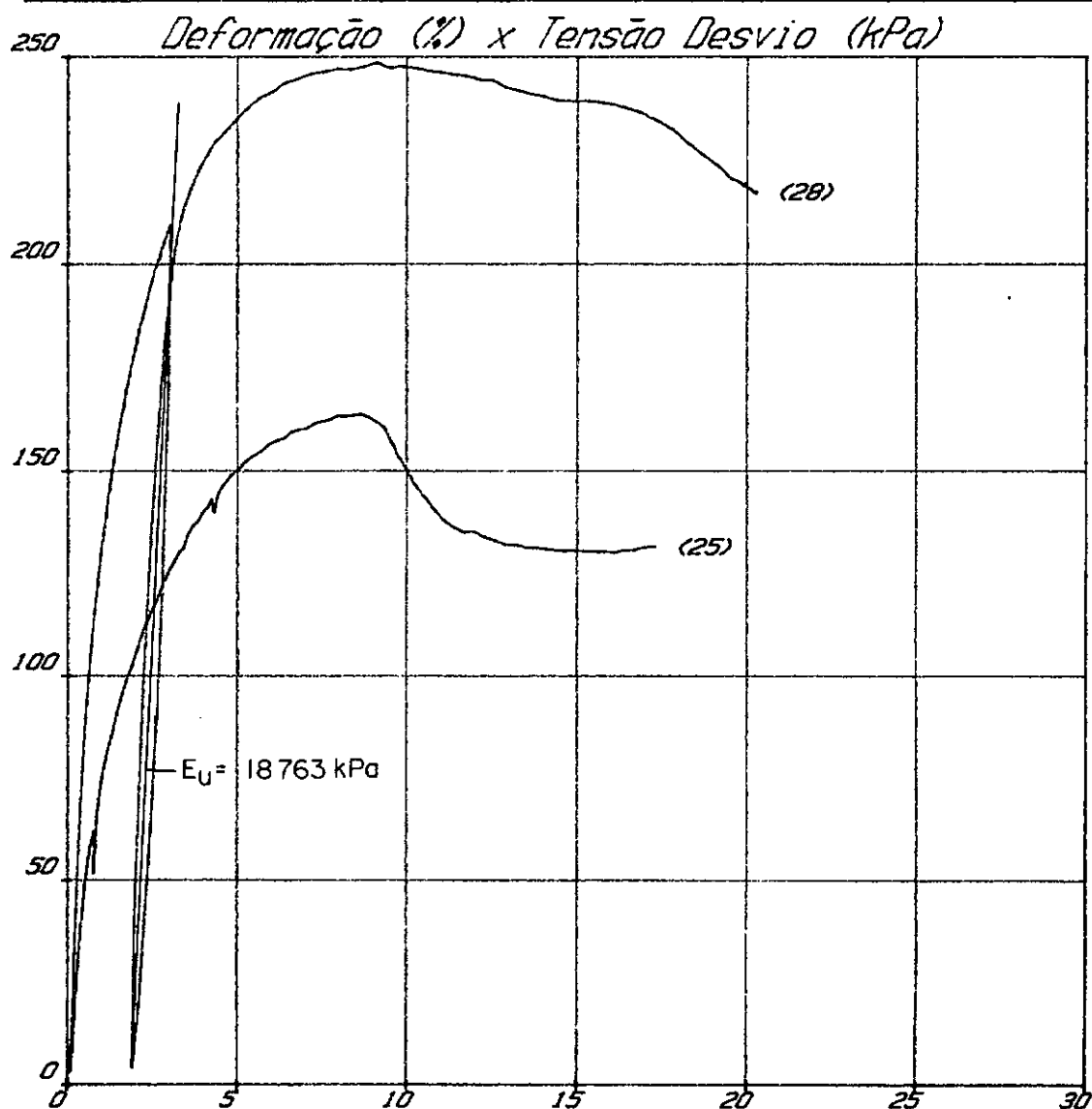


Fig. IV.10 — Curvas tensão x deformação dos ensaios $\overline{\text{CIU}}$ 25 e 28 pré-adensados definitivos.

ENSAIO TRIAXIAL CU

Amostra: SM10-1B

Profundidade: 16 a 17m

Operador: ENSL

Corpo de Prova n.		27					
Pressão Confinante (kPa)		300					
Velocidade de Ensaio (mm/min)		.0184					
Inicial	Unidade (X)	79.54					
	Índice de Vazios	2.204					
	G. de Saturação (X)	98.5					
	P. esp. seco (g/cm ³)	.852					
Unidade final (X)		52.82					

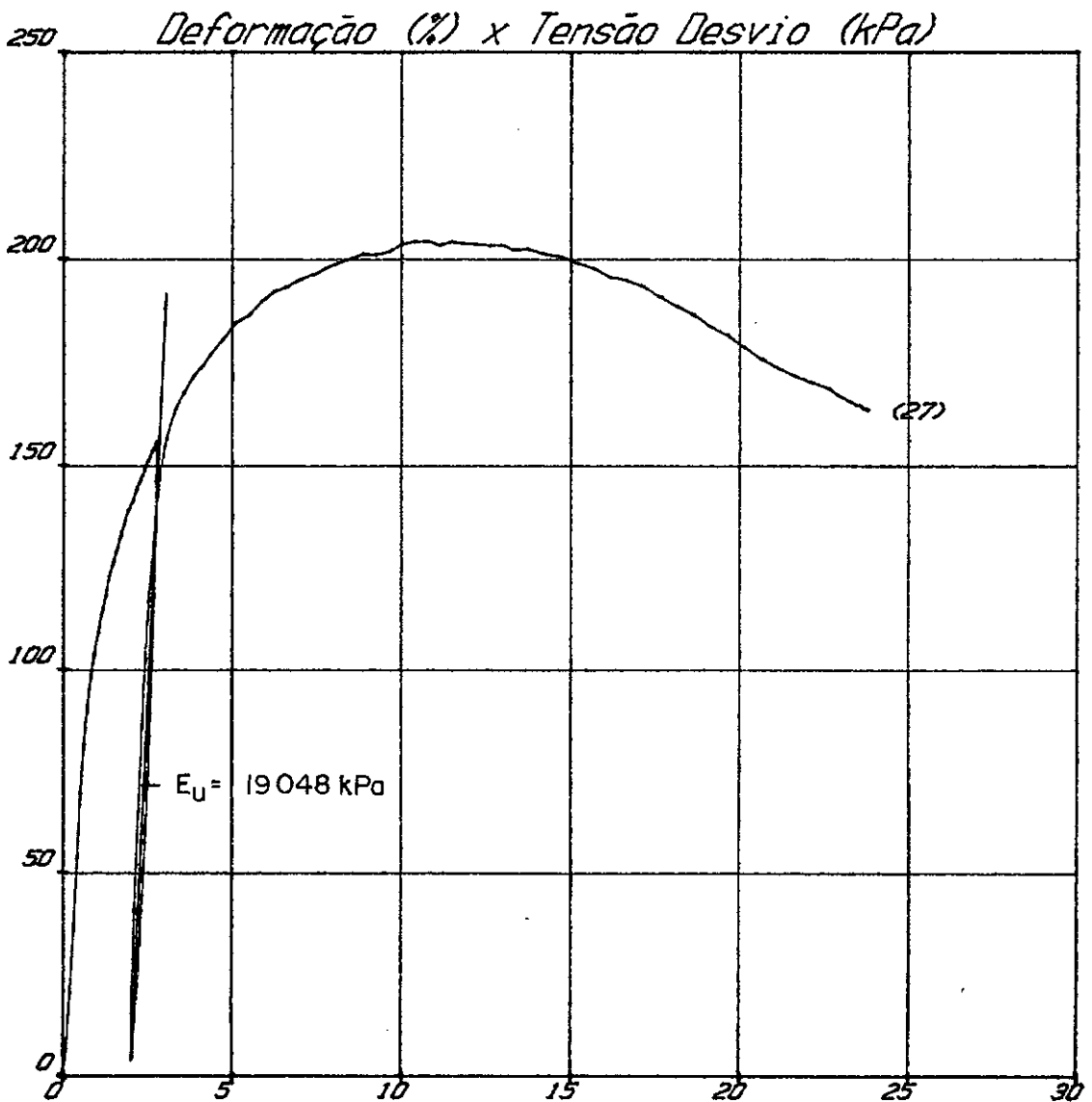


Fig. IV.11 — Curvas tensão x deformação do ensaio CIU 27 pré-adensado definitivo.

Onde o parâmetro de estados críticos M é definido por ATKINSON e BRANSBY [07] como:

$$M = \frac{6\text{sen}\theta'}{3-\text{sen}\theta'} \quad (\text{IV.2})$$

Os valores de C_c e C_s utilizados para cálculo de Λ foram obtidos a partir do adensamento isotrópico em estágios do corpo de prova 09 e o parâmetro é definido por:

$$\Lambda = 1 - \frac{C_s}{C_c} \quad (\text{IV.3})$$

A fig. IV.12 apresenta a curva $\log \sigma'_v$ versus volume específico v do referido ensaio, de onde obtém-se $C_c=0,89$ e $C_s=0,185$ e o valor correspondente de Λ é 0,792. CUNHA [18] obteve valores médios de $C_c=0,89$ e $C_s=0,188$ a partir de 8 ensaios oedométricos e portanto muito próximos dos valores obtidos do ensaio de adensamento isotrópico. Estes resultados estão de acordo com a teoria dos estados críticos (ATKINSON e BRANSBY [07]) para a qual a linha de adensamento isotrópico $e=\log \sigma'_v$ é paralela à linha $e=\log \sigma'_v$ do ensaio de adensamento unidimensional. Os coeficientes de compressibilidade C_c e C_s acima obtidos são virtualmente a metade dos obtidos para a argila do Sarapuí (ORTIGÃO [39]). Isto sugere que esta argila já foi submetida à tensões maiores que a argila do Sarapuí, visto que os valores de C_c e C_s destas argilas são muito dependentes do nível de tensão (ALMEIDA [03]; MARTINS [36]), ou seja, o trecho virgem de compressão é curvo no gráfico Índice de vazios versus logaritmo da pressão efetiva vertical.

Substituindo-se na equação (IV.1) o valor de M dado pela equação (IV.2) e como função de θ' e $\Lambda=0,792$ a mesma se simplifica para:

$$\left(\frac{Su}{\sigma'_{cl}} \right)_{na} = 0,5775 \frac{3 \sin \theta'}{3 - \sin \theta'} \quad (IV.4)$$

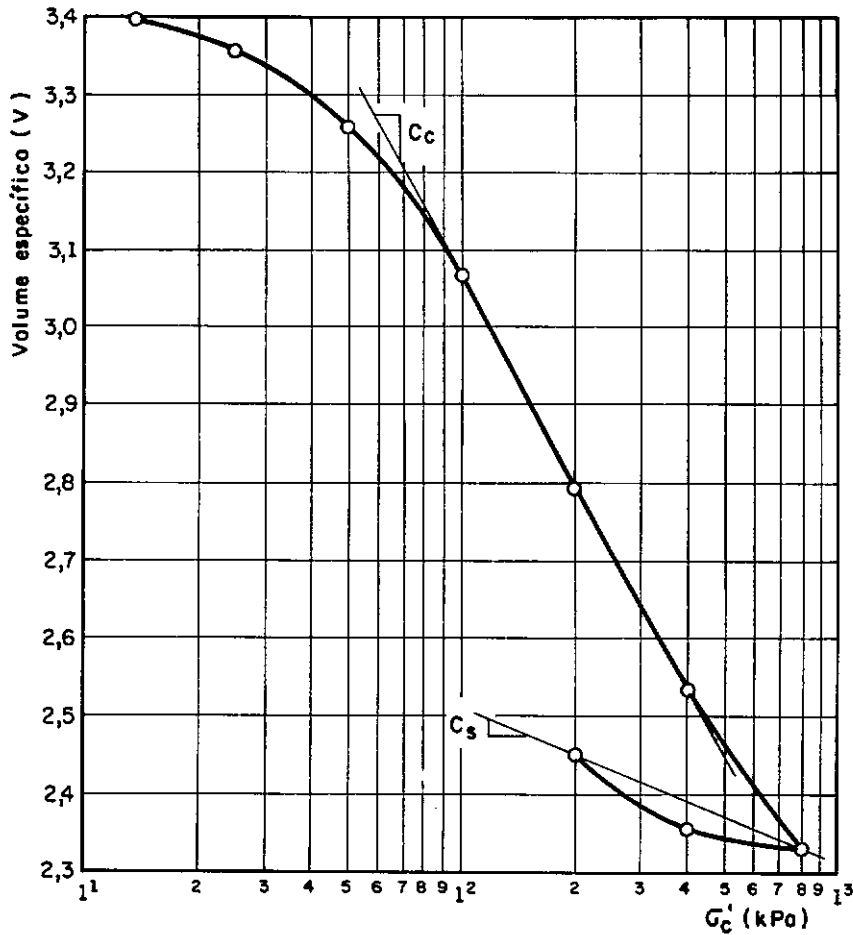


Fig. IV.12 - Adensamento isotrópico em estágios do corpo de prova 09.

WROTH [47] sugere um valor típico de $\Lambda = 0,8$, o que simplifica a equação (IV.1) para:

$$\left(\frac{Su}{\sigma'_{cl}} \right)_{na} = 0,5743 \frac{3 \sin \theta'}{3 - \sin \theta'} \quad (IV.5)$$

A diferença entre $(Su/\sigma'_{cl})_{na}$ fornecido pelas equações (IV.4) e (IV.5) é de apenas 0,56%, o que é desprezível. Entretanto por consistência com o valor $\Lambda = 0,792$ aqui obtido, será utilizada a equação (IV.4), que para o valor de $\theta' = 25,70^\circ$ resulta em:

$$\left(\begin{array}{c} Su \\ \text{---} \\ \sigma_c \end{array} \right)_{na} = 0,293 \quad (\text{IV.6})$$

Para o caso de ensaios pré-adensados tem-se (WROTH [47]):

$$\left(\begin{array}{c} Su \\ \text{---} \\ \sigma_c \end{array} \right)_{pa} = \left(\begin{array}{c} Su \\ \text{---} \\ \sigma_c \end{array} \right)_{na} \text{OCR}^\Lambda \quad (\text{IV.7})$$

A equação empírica proposta por LADD e outros [30] é essencialmente igual à equação (IV.7) com a única diferença que LADD e outros [30] utilizaram um valor empírico m ao invés do valor teórico Λ (equação (IV.3)). LADD e outros mostraram que m variou entre 0,75 e 0,87 para sete solos diferentes.

Substituindo a equação (IV.6) em (IV.7) teremos:

$$\left(\begin{array}{c} Su \\ \text{---} \\ \sigma_c \end{array} \right)_{pa} = 0,293 \text{OCR}^{0,792} \quad (\text{IV.8})$$

Com base nos parâmetros de estado crítico e utilizando o modelo Cam-Clay modificado, o valor do parâmetro de poro pressão (A_{ec}) é dado por (ALMEIDA [03]):

$$A_{ec} = \frac{1}{M} \left\{ \left(\frac{2}{\text{OCR}} \right)^\Lambda + \frac{M}{3} - 1 \right\} \quad (\text{IV.9})$$

Substituindo-se na equação (IV.9) o valor de M , equação (IV.2), correspondente a $\theta' = 25,7^\circ$, e $\Lambda = 0,792$ tem-se:

$$A_{ec} = 0,986 \left(\frac{2}{\text{OCR}} \right)^{0,792} - 0,662 \quad (\text{IV.10})$$

IV.4.3. Resistência não-drenada e parâmetro de poro pressão

A resistência não-drenada das amostras normalmente adensadas versus a tensão confinante das duas séries de ensaios são apresentadas na fig. IV.13. Observa-se que os valores de S_u dos ensaios preliminares foram inferiores aos dos ensaios definitivos. Para os primeiros obteve-se, através de regressão linear, uma relação $S_u/\sigma'_c = 0,240$ e para os segundos $S_u/\sigma'_c = 0,345$. Observa-se também que a relação teórica (equação (IV.1)) é de 0,293, portanto intermediária às duas séries de ensaios. Os resultados acima estão consistentes com os de ALMEIDA [03] que obteve cálculos teóricos intermediários aos resultados experimentais de ORTIGÃO [39] e de COSTA FILHO e outros [16].

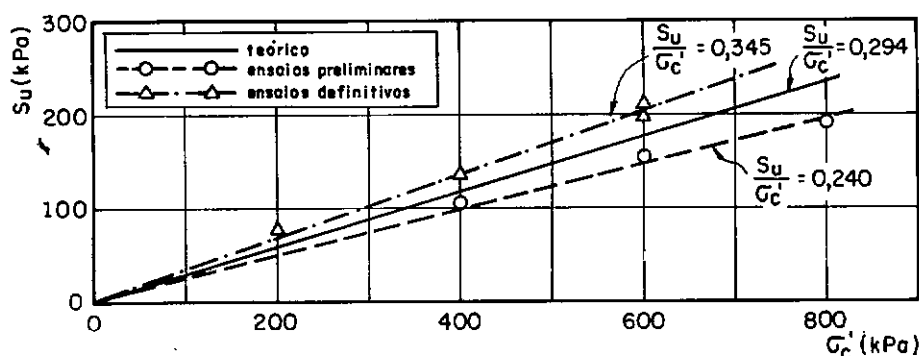


Fig. IV.13 - Resistência não-drenada (S_u) versus tensão confinante (G_c') para amostras normalmente adensadas.

Os valores experimentais (ensaios preliminares e definitivos) e teóricos de S_u/σ'_c versus $\log(OCR)$ experimentais são apresentados na fig. IV.14. Como era de se esperar, a curva dos ensaios preliminares se encontra bem abaixo da curva de ensaios definitivos. Isto se deve ao fato da já comentada excentricidade causada ao corpo de prova pelo uso do sistema de bilhas. Já a curva dos ensaios definitivos concordam bem com a teórica para valores de OCR entre 1 e 4.

Não foi representado na fig. IV.14 o valor de S_u/σ'_c do ensaio 27 com $OCR=2$ (já descrito no item IV.1) visto ser este muito próximo à média dos ensaios com $OCR=1$, o que contraria a tendência de aumento de S_u/σ'_c com o crescimento do OCR. Já o valor de S_u/σ'_c para $OCR=8$ dos ensaios definitivos foi inferior

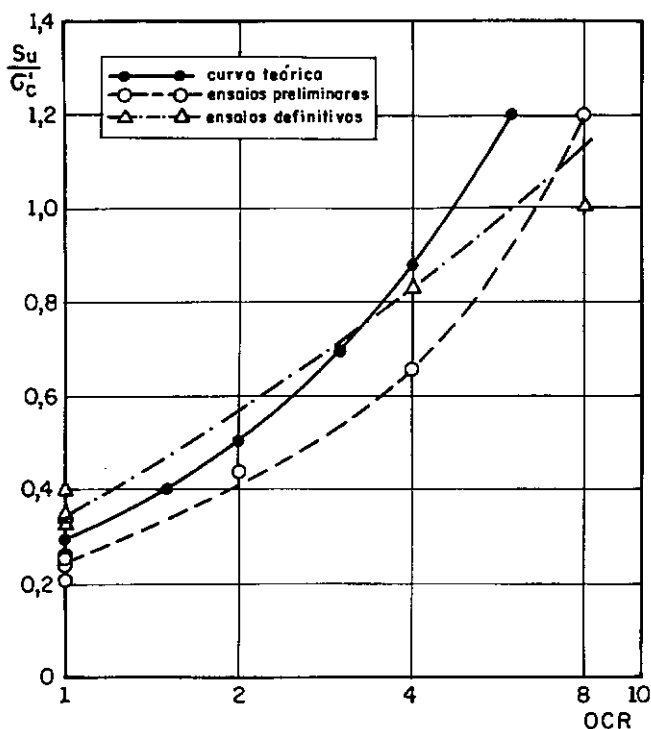


Fig. IV.14 - S_u/G_c' teórico e medido versus OCR.

ao do ensaio preliminar também com $OCR=8$ sugerindo ser aquele valor experimental pouco representativo. Assim, apesar dos valores de resistência normalizada dos ensaios definitivos serem, como esperado, maiores que os dos ensaios preliminares, a consistência dos definitivos não foi tão satisfatória quanto a dos preliminares.

É fácil perceber através da equação (IV.1) que se plotarmos ambos S_u/σ_c' e OCR em escala logarítmica teremos uma linha reta de inclinação Λ . A fig. IV.15 apresenta esta relação $(\log(S_u/\sigma_c') \times \log(OCR))$ para valores experimentais e teóricos. Observa-se, a exemplo do que se mostrou na fig. IV.14, que a reta dos ensaios preliminares ($\Lambda=0,751$) se encontra abaixo da reta teórica ($\Lambda=0,792$). Entretanto os ensaios definitivos apesar de compararem bem com os valores teóricos para baixos valores de OCR têm uma reta de inclinação $\Lambda=0,576$, bem inferior à inclinação $\Lambda=0,792$ da reta teórica.

A fig. IV.16 apresenta a relação $[(S_u/\sigma_c')_{na}/(S_u/\sigma_c')_{pa}] \times OCR$ plotada em escala log-log para os valores experimentais e

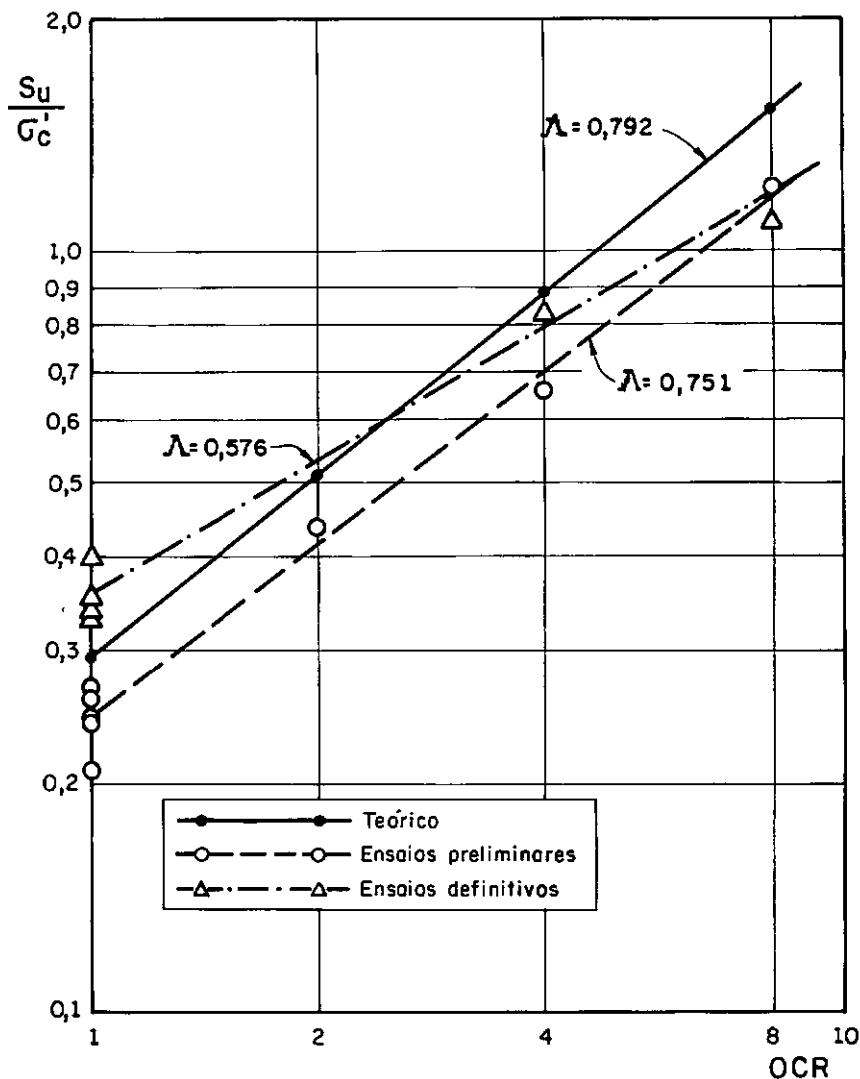


Fig. IV.15 - S_u/G_c' teórico e medido versus OCR.

teóricos. Desta forma analisados os dados para os ensaios preliminares apresentam uma boa concordância com a curva teórica enquanto a curva dos ensaios definitivos se situa bem abaixo das demais. A forma de representação da fig. IV.16 proporciona uma falsa idéia de que os valores teóricos concordaram melhor com os ensaios preliminares visto que todos os resultados partem do valor unitário.

A fig. IV.17 apresenta os resultados do parâmetro de poro pressão experimental na ruptura (A_f) e os valores teóricos (A_{ec}) calculados com base na teoria dos estados críticos através da equação (IV.10). Observa-se uma boa concordância entre as três curvas. A exemplo do que observou ALMEIDA [03], a curva teórica decresce mais rapidamente do que as curvas medidas.

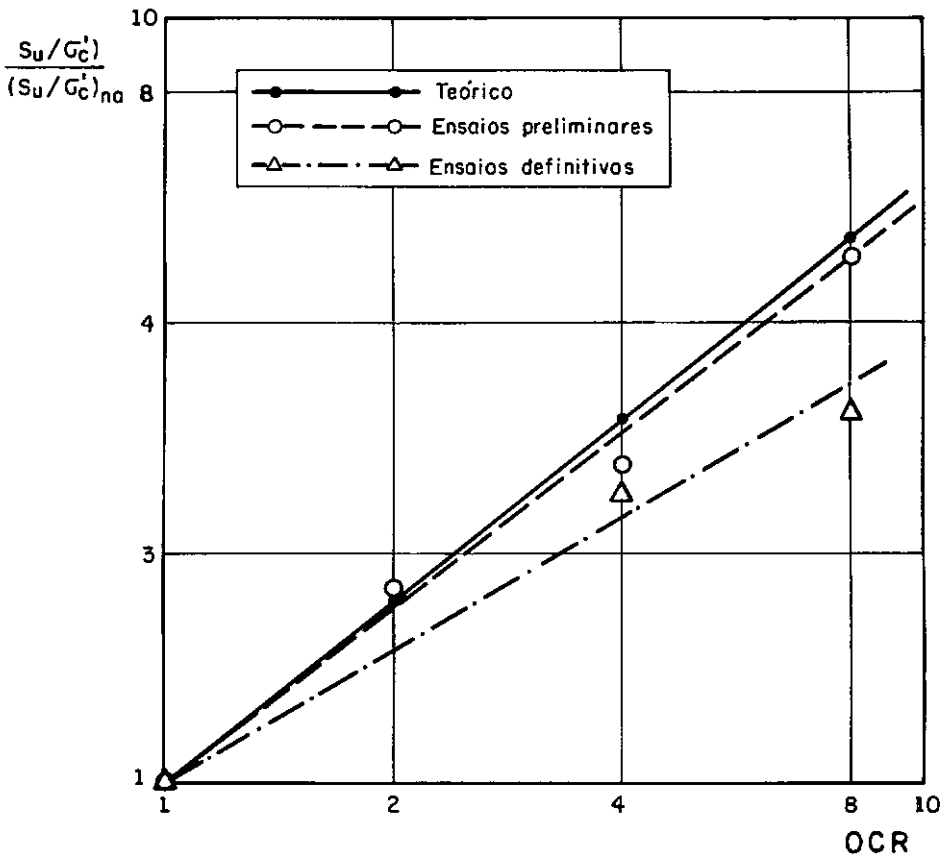


Fig. IV.16 - $(S_u/G_c') / (S_u/G_c')_{na}$ teórico e medido versus OCR.

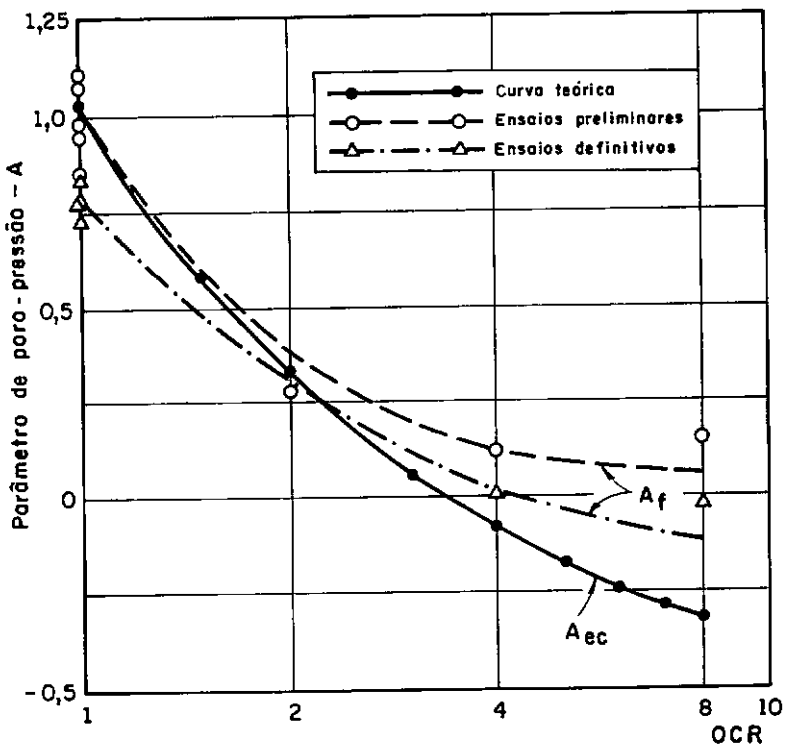


Fig. IV.17 - Parâmetro de poro - pressão A teórico e medido versus OCR.

IV.4.4. Comparação entre resultados de curvas de ensaios e cálculos teóricos através de estados críticos

Serão aqui comparados resultados das curvas tensão-deformação de alguns ensaios triaxiais com cálculos obtidos através da teoria dos estados críticos.

Utiliza-se aqui a teoria dos estados críticos visto ser a mesma a base dos modelos constitutivos utilizados no presente, conforme pode ser constatado na literatura recente. A boa aceitação da teoria deve-se à sua simplicidade e por incorporar em um mesmo modelo conceitual tanto os comportamentos de resistência (tratado no item IV.4.1) como de deformabilidade (aqui tratado), os quais são usualmente considerados em separado na mecânica dos solos tradicional.

Os modelos de estados críticos são do tipo elasto-plásticos e permitem o cálculo de comportamentos drenado e não-drenado utilizando apenas os 5 parâmetros definidos na fig. IV.18. Os modelos de estados críticos mais simples são o Cam-Clay e o Cam-Clay modificado e o segundo destes será aqui utilizado, visto proporcionar, em geral, resultados melhores que o primeiro.

* Os cálculos teóricos a serem aqui apresentados foram realizados através do programa CAMCLAYX (ALMEIDA e outros, [04]). O programa CAMCLAYX foi desenvolvido para o cálculo teórico de ensaios triaxiais com quaisquer trajetórias de tensões, de compressão ou de extensão, e para condições de adensamento isotrópico ou anisotrópico, utilizando os modelos Cam-Clay e Cam-Clay modificado.

O programa permite o cálculo de ensaios normalmente adensados ou pré-adensados. Como os modelos da família Cam-Clay são adequados para aplicação apenas em ensaios normalmente adensados e levemente pré-adensados ($OCR \leq 2$), serão realizados cálculos apenas para os ensaios normalmente adensados. O programa foi desenvolvido em microcomputador padrão IBM-PC, fornecendo tabelas e gráficos em impressora, e visando ser aplicado prin-

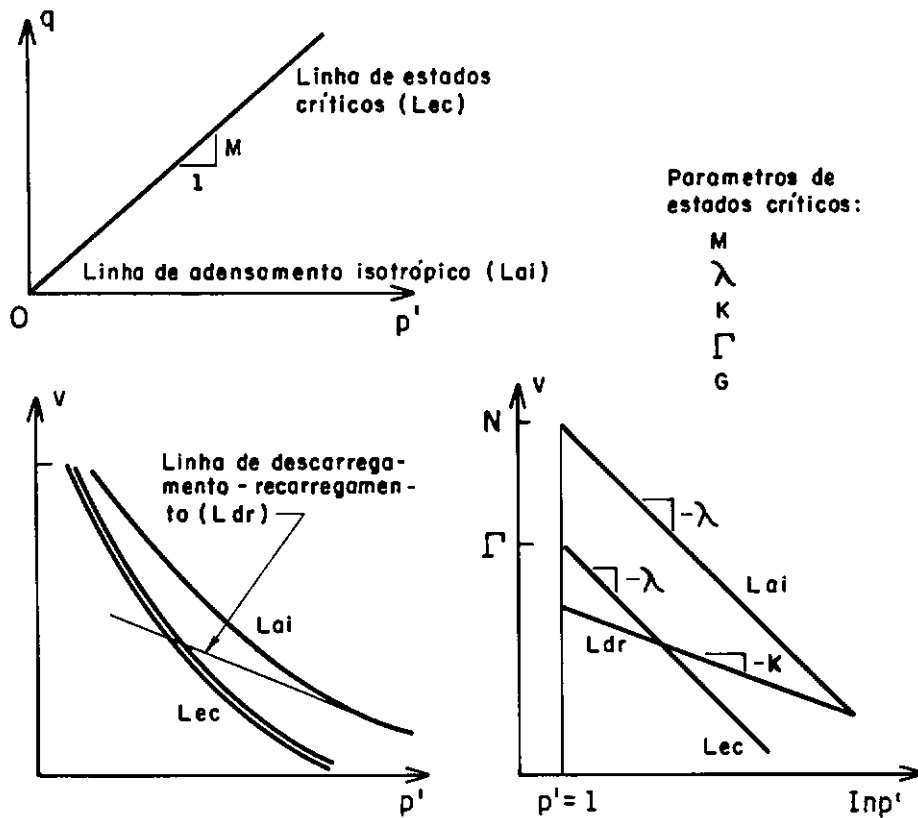


Fig. IV.18 - Parâmetros de estados críticos

principalmente nos cursos de mestrado e de doutorado da COPPE.

Os parâmetros de estados críticos aqui adotados foram:

- a) $M = 1,01$
- b) $\lambda = C_\phi/2,3 = 0,386$
- c) $\kappa = C_s/2,3 = 0,08$

d) $e_{CS} = 3,64$ obtido através da equação do modelo Cam-Clay modificado: $e_{CS} = e_\lambda - (\lambda - \kappa)/\ln 2$ sendo e_λ determinado a partir de extrapolação do trecho virgem da curva de adensamento isotrópico (ver fig. IV.12).

e) $G = 7460$ kPa, valor médio (ver tabela (IV.8)) do módulo de descarregamento-recarregamento (G_{dr}) dos três ensaios em que este procedimento foi adotado. Este procedimento é mais adequado para o cálculo do módulo de elasticidade a ser adotado em modelos elasto-plásticos do que o procedimento usual de cálculo através do G_{50} ilustrado na fig. IV.19.

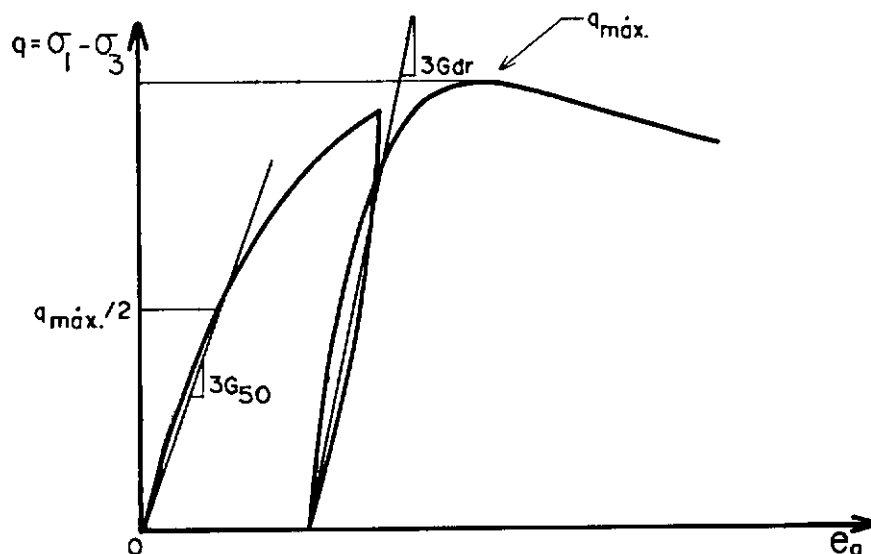


Fig. IV.19 — Determinação dos módulos G_{50} e G_{dr} .

A comparação dos resultados teóricos fornecidos pelo programa com os experimentais estão apresentados nas figs. IV.20 e IV.21, para os ensaios normalmente adensados com pressões confinantes de $\sigma_c = 400$ kPa e 600 kPa, respectivamente. Para os gráficos de tensões desvio observa-se uma razoável concordância para deformações de até aproximadamente 5%. Após este nível de deformação os cálculos teóricos subestimam os resultados obtidos. Com relação à poro pressões a concordância para ambos ensaios é menos satisfatória, visto que os valores teóricos superestimam as poro pressões medidas.

Observa-se então que o modelo teórico prevê qualitativamente de forma bastante satisfatória os resultados de ensaios normalmente adensados isotropicamente. Um teste adicional e mais rigoroso do modelo seria a comparação com resultados de ensaios drenados com parâmetros obtidos a partir de ensaios não-drenados, o que em geral (ALMEIDA e outros [04]) proporciona resultados razoáveis. Finalmente sabe-se de ante-mão que o modelo não é inteiramente satisfatório para outras situações tais como ensaios em solos adensados anisotropicamente. Entretanto o modelo tem sido aplicado com sucesso, através de elementos finitos, em vários casos reais, incluindo-se aí o Aterro I na argila do Sarapu (ALMEIDA e ORTIGÃO [48]).

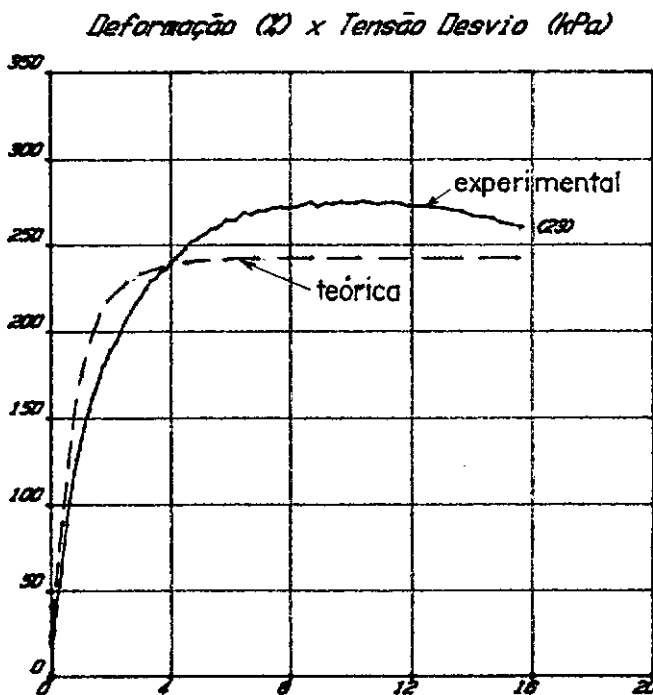
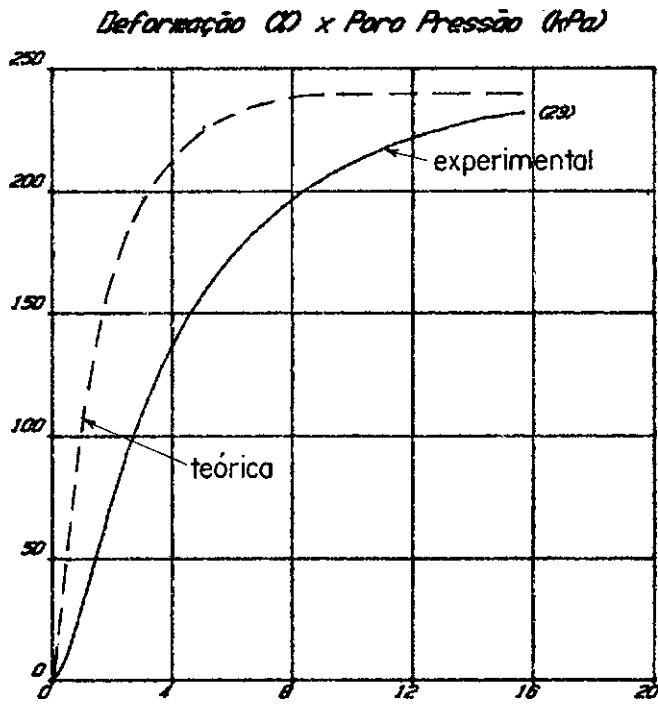


Fig. IV. 20 - Comparação entre a curva experimental e a previsão teórica do modelo Cam-Clay Modificado para $\sigma'_c(na) = 400$ kPa

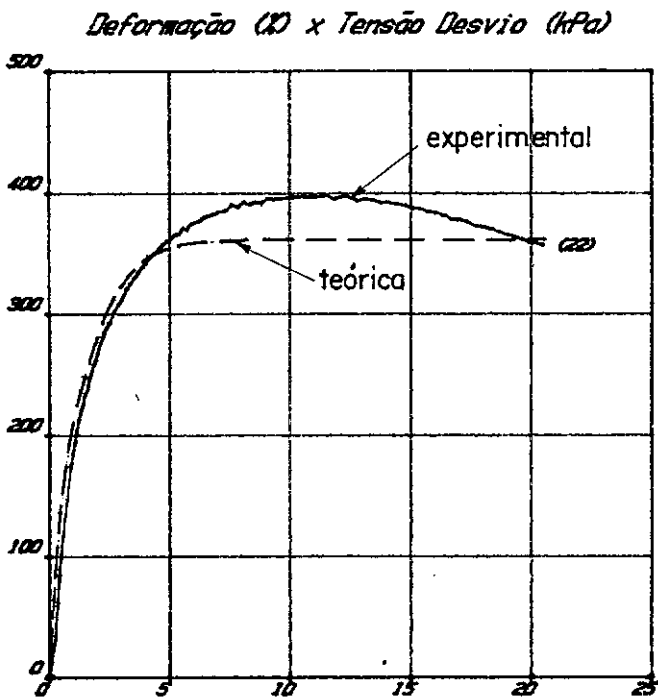
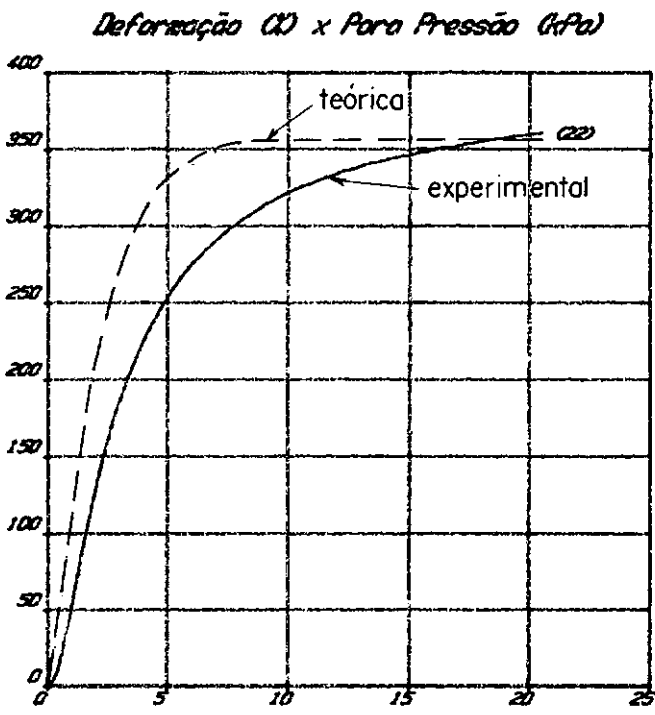


Fig.IV. 2l - Comparação entre a curva experimental e a previsão teórica do modelo Cam-Clay Modificado para $\sigma'_c(na)=600$ kPa

IV.5. Ensaio UU

Este item apresenta os resultados dos ensaios UU realizados, todos provenientes de sheldies de uma mesma profundidade. Na fig. IV.22 apresentam-se as curvas tensão-deformação de alguns desses ensaios de onde se observa, para os ensaios 17 e 18, uma tendência de crescimento da tensão desvio apesar do nível de deformação elevado (superior a 20%). Este fato sugere um possível amolgamento excessivo dos corpos de prova. Embora não sejam aqui apresentados, os ensaios 15 e 16 apresentaram tendência ainda mais acentuada de crescimento.

A descontinuidade acentuada à uma deformação próxima à 13% no ensaio 19 se deveu a uma queda na força, a qual interferiu apenas na paralização da prensa, visto que todo o sistema de aquisição estava ligado a um "no break"(*).

Excluindo-se os ensaios 17 e 18 da fig. IV.22, os demais ensaios apresentaram bons resultados. Analogamente aos ensaios CIU ressalta-se nos ensaios UU as oscilações observadas para deformações específicas superiores a 5%. Estas oscilações não são claramente explicadas já tendo sido discutidas no item IV.4.1. Todos ensaios apresentaram um plano bem definido de ruptura, incluindo-se também os ensaios 15, 16, 17 e 18.

Observa-se na fig. IV.22 que os valores de tensão desvio variam em uma ampla faixa, resultados estes também obtidos por CUNHA [18], e que os valores de S_u variam entre 6 e 12 kPa, e que estão dentro do domínio obtido por ORTIGÃO [39]. Uma análise mais detalhada desses resultados será realizada por CUNHA [18] onde os resultados dos ensaios UU serão também comparados com os ensaios de palheta "in situ" e de laboratório.

(*) A prensa utilizada no ensaio requeria um "no break" de potência superior ao de 250 Watts disponível no laboratório na ocasião.

ENSAIO TRIAXIAL UU

Amostra: SM10-1A e SM10-1B

Profundidade: 13 a 14m

Operador: E. N. S. L.

Corpo de Prova n.		13	14	17	18	19
Pressão Confinante (kPa)		100	200	300	500	150
Velocidade de Ensaio (mm/min)		.1495	.2083	.2083	.2083	.2083
Inicial	Umidade (%)	89.82	90.41	75.61	77.42	80.1
	Índice de Vazios	2.331	2.365	2.181	2.154	2.103
	G. de Saturação (%)	104.79	103.98	94.32	97.81	103.61
	P. esp. seco (g/cm ³)	.816	.808	.855	.863	.877
Umidade final (%)		91.03	87.72	79.86	77.66	80.65

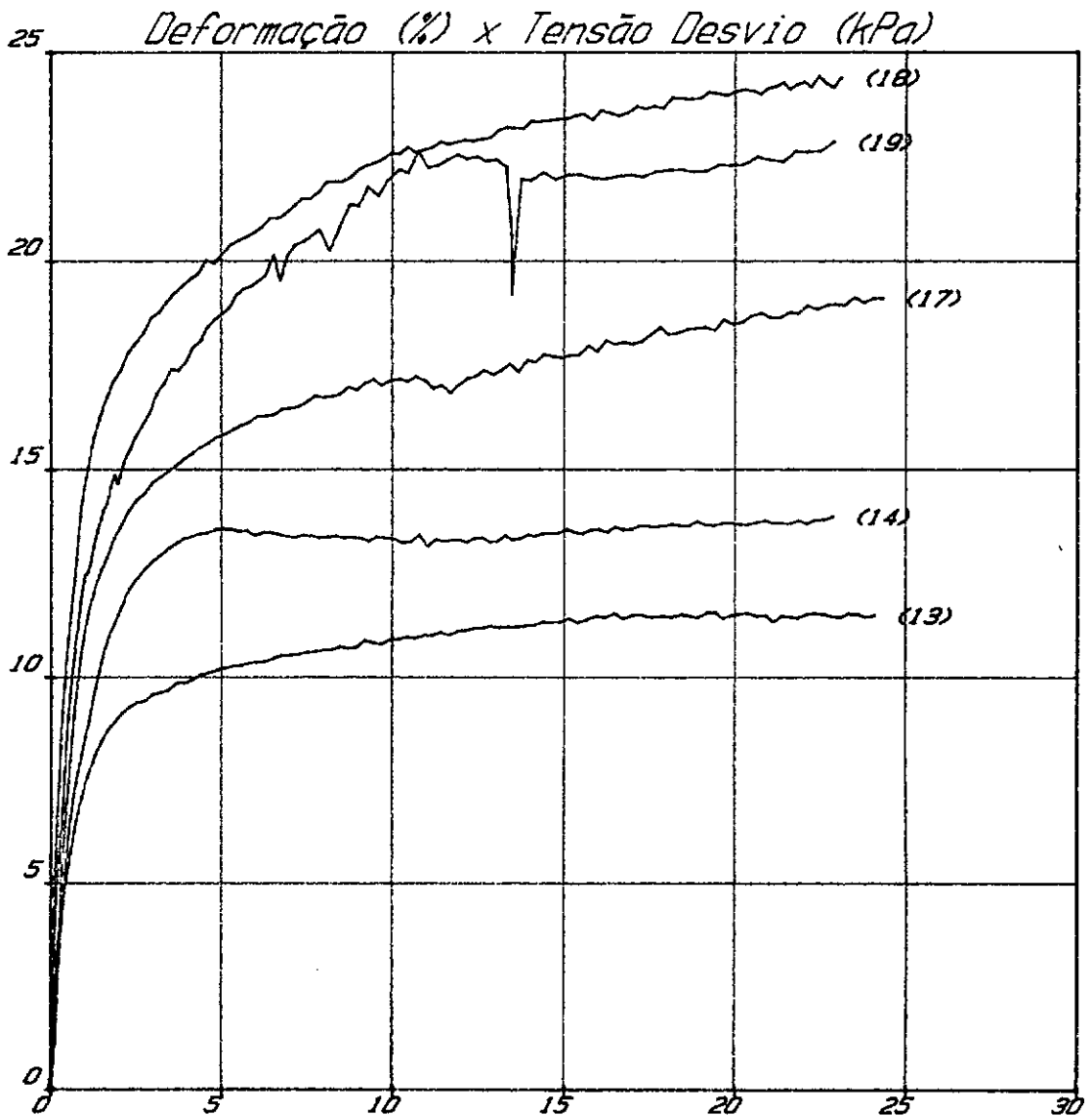


Fig. IV. 22 - Curvas tensão x deformação dos ensaios UU

Tabela IV.1 - Comparação entre ensaios índice das argilas do Caju e do Sarapuí

	MÉDIA + DESVIO PADRÃO	
	ARGILA DO CAJU	ARG. SARAPUI (3)
LL	107,5 + 10,2 (1)	111,6 + 16,8
LP	40,3 + 3,9 (1)	49,2 + 10,7
IP	68,7 + 9,4 (1)	62,4 + 10,1
γ_{nat}	1,51 + 0,042 (2)	1,32
w_L (%)	87,52 + 8,7 (2)	127,8 + 14,5
e_o	2,378 + 0,229 (2)	2,74
S(%)	97,4 + 6,67 (2)	-

(1) CUNHA [18]

(2) Presente trabalho

(3) ORTIGÃO [39]

Tabela IV.2 - Características das amostras ensaiadas

	CP	Shelby n	Prof. (m)	Tipos de ensaio Realizados	Diâmetro nominal do CP (")
CIU PRELIMINAR	02	SM10-1A	9 a 10	n.a.	2,0
	03	"	"	"	"
	04	"	"	"	"
	05	SM10-1B	14 a 15	"	"
	06	"	"	p.a.	"
	07	"	"	"	"
	08	"	16 a 17	n.a.	"
	09	"	14 a 15	p.a.	"
CIU DEFINITIVO	21	SM10-1A	13 a 14	n.a.	1,4
	22	"	"	"	"
	23	"	"	"	"
	24	"	"	"	"
	25	SM10-1B	16 a 17	p.a.	"
	26	"	"	"	"
	27	"	"	"	"
	28	"	"	"	"
ENSAIOS UU	10	SM10-1B	13 a 14	-	"
	11	"	"	-	"
	12	"	"	-	"
	13	"	"	-	"
	14	"	"	-	"
	15	"	"	-	"
	16	"	"	-	"
	17	SM10-1A	"	-	"
	18	"	"	-	"
	19	"	"	-	"
	20	"	"	-	"

Tabela IV.3 - Características dos corpos de prova dos ensaios CIU

	CP	OCR	σ_c (kPa)	G _s	w _i (%)	w _f (%)	H/D
PRELIMINARES	02	1	800	2,63	97,54	51,12	1,93
	03	1	600	"	103,87	59,32	1,97
	04	1	400	"	106,83	69,70	1,92
	05	1	600	2,79	90,74	51,13	1,91
	06	2	800	"	90,21	50,16	1,93
	07	4	800	"	88,39	50,24	1,91
	08	1	800	2,73	100,03	44,41	2,11
	09	8	800	2,79	85,90	53,33	1,99
DEFINITIVOS	21	1	600	2,72	80,39	45,22	2,27
	22	1	600	"	81,57	45,90	2,15
	23	1	400	"	78,79	49,01	2,18
	24	1	200	"	79,39	57,23	2,19
	25	8	600	2,73	85,75	53,59	2,28
	26	4	600	"	80,85	48,53	2,14
	27	2	600	"	79,54	52,82	2,29
	28	4	600	"	77,74	45,60	2,29

Tabela IV.4 - Resultados dos ensaios CIU para as condições de ruptura

	CP	OCR	σ_c (kPa)	σ_{df} (kPa)	u_f (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	Af	σ'_1/σ'_3	e_f (%)
PRELIMINARES	02	1	800	389,6	329,6	194,8	665,2	0,846	1,828	10,09
	03	1	600	248,9	235,4	124,5	489,1	0,946	1,683	10,02
	04	1	400	213,1	231,5	106,6	275,1	1,086	2,265	7,92
	05	1	600	309,4	342,5	154,7	412,2	1,107	2,202	9,42
	06	2	800	350,4	96,3	175,2	478,9	0,275	2,254	10,49
	07	4	800	264,0	31,8	132,0	300,2	0,121	2,570	12,97
	08	1	800	386,1	375,2	193,0	617,8	0,972	1,909	13,40
	09	8	800	240,4	35,9	120,2	184,3	0,149	4,749	9,37
DEFINITIVOS	21	1	600	423,6	309,2	211,8	502,6	0,730	2,457	11,28
	22	1	600	399,0	336,9	199,5	462,5	0,845	2,517	12,32
	23	1	400	275,4	214,2	137,7	323,5	0,778	2,483	10,41
	24	1	200	159,4	123,0	79,7	156,6	0,772	3,071	11,41
	25	8	600	164,0	-3,0	82,0	160,0	-0,018	3,103	8,65
	26	4	600	265,8	3,9	132,9	279,5	0,013	2,814	5,28
	27	2	600	204,2	155,2	102,1	246,9	0,760	2,410	10,75
	28	4	600	248,7	20,3	124,4	254,1	0,082	2,917	9,11

Tabela IV.5 - Resultados dos módulos de elasticidade transversal de descarregamento-descarregamento

CP	OCR	Gdr (kPa)
09	8	9778
27	2	6349
28	4	6254
MÉDIA		7460
DESVIO		1639

CAPÍTULO V - CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISA

V.1. Introdução

Esta dissertação teve como objetivo principal estudar os aspectos envolvidos no desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados e a implementação do mesmo no Laboratório de Geotecnia da COPPE. O sistema foi então utilizado para a realização de ensaios triaxiais dos tipos CIU e UU em uma argila mole do Caju próximo à Baía da Guanabara. Serão apresentados neste capítulo as conclusões e as sugestões para pesquisas futuras relativas aos resultados obtidos.

V.2. Conclusões

As conclusões estão divididas em duas partes. Em primeiro lugar aquelas relativas à implementação e utilização do sistema de aquisição de dados e em segundo lugar aquelas relativas aos resultados dos ensaios triaxiais.

V.2.1. Implementação do Sistema de Aquisição de Dados

a) Embora a forma básica de um sistema automático de aquisição seja um micro e um conversor A/D, a utilização de periféricos proporciona muito mais flexibilidade ao sistema;

b) O condicionamento de sinal só deve ser usado quando estritamente necessário e apenas em casos em que se necessite de amplificação;

c) O condicionamento para obtenção de leituras já em unidades de engenharia deve ser evitado deixando-se esta tarefa para o micro que a executa de forma rápida e precisa;

d) Enquanto um multímetro leva cerca de 0,5 segundos para uma leitura, um conversor A/D capta essencialmente um sinal instantâneo. Com isso a ocorrência de ruídos tem um efeito muito mais danoso a este tipo de equipamento;

e) A facilidade de aquisição de um grande número de leituras por teste realizado permite o acompanhamento "quase" contínuo das grandezas medidas. Esse grande número de leituras

pode mostrar oscilações de tensões desvio que em acompanhamentos manuais não se mostram perceptíveis.

V.2.2. Resultados dos ensaios triaxiais

São as seguintes as conclusões relativas aos resultados dos ensaios triaxiais:

a) O sistema de bilhas no "top cap" utilizado na série de ensaios triaxiais preliminares não se mostrou, contrariamente ao sistema adotado correntemente no laboratório, adequado no presente estudo com a argila mole do Caju;

b) Os parâmetros geotécnicos obtidos a partir de ensaios triaxiais CIU na argila mole do Caju foram:

$$c' = 0 \quad , \quad \phi = 25,7^{\circ}$$

$$C_c = 0,89 \quad , \quad C_s = 0,185$$

$$G = 7400 \text{ kPa}$$

c) A comparação dos parâmetros geotécnicos da argila do Caju com os da argila de Sarapu, além da aparência tátil-visual e localização similar das duas argilas, sugerem que as mesmas têm histórias geológico-geotécnicas similares, sendo a Caju no entanto mais consistente que a segunda.

d) Os resultados dos ensaios CIU em conjunto com a análise através da teoria dos estados críticos indicam que a resistência não-drenada (S_u) da argila do Caju pode ser definida em função da razão de pré-adensamento (OCR) e tensões efetivas verticais in situ (σ_v) através da equação:

$$S_u = 0,792$$

$$\frac{\sigma_v}{OCR} = 0,293 \quad (V.1)$$

$$\sigma_v$$

Os valores de S_u obtidos da equação (V.1) a partir dos valores "in situ" de σ_v e OCR deverão ser comparados com os valores correspondentes obtidos através de ensaios de palheta "in situ", ensaios de palheta em laboratório e ensaios UU realizados por CUNHA [18];

e) A variação do parâmetro de poro pressão A_f na ruptura para a argila mole do Caju é bem definida para valores de OCR inferiores a 4 pela equação de estados críticos:

$$A_f = 0,986 \begin{pmatrix} 2 \\ --- \\ OCR \end{pmatrix} - 0,662 \quad (V.2)$$

f) A aplicação do modelo de estados críticos Cam-Clay modificado utilizando o programa CAMCLAYX e utilizando-se parâmetros definidos nos ensaios do presente trabalho, mostrou que o modelo prevê de forma satisfatória os resultados de ensaios normalmente adensados.

V.3. Sugestões para pesquisas futuras

V.3.1. Sistemas de aquisição de dados

São as seguintes as sugestões para pesquisas futuras relativas a sistema de aquisição de dados:

a) Implementação de programa, utilizando-se micros padrão IBM-PC, para traçado gráfico de curvas de ensaios em impressora como uma alternativa para a obtenção de gráficos a baixo custo;

b) Implementação do sistema de varredura de vários ensaios, conforme está sendo desenvolvido no momento no laboratório;

c) Implementação de um sistema para aquisição e controle de ensaios com trajetória de tensões controladas utilizando-se a célula tipo Bishop-Wesley;

d) Realização de ensaios triaxiais drenados tipo CD para a verificação do programa desenvolvido mas não testado;

e) Uma análise mais minuciosa das oscilações das curvas tensão-deformação de modo a se justificar de forma satisfatória este comportamento quando da utilização do sistema automático de aquisição de dados.

V.3.2. Ensaios triaxiais na argila do Caju

a) Realização de ensaios adicionais em amostras pré-adensadas para a melhor definição da variação da resistência não-drenada com o OCR;

b) Realização de um programa de ensaios triaxiais CK_0U em amostras adensadas anisotropicamente com vários OCRs similar ao aqui realizado para os ensaios CIU;

c) Idem ao item b) mas para adensamento às tensões in situ, para várias profundidades, segundo a técnica sugerida por Bjerrum com o objetivo de definição direta da variação de S_u com a profundidade;

d) Realização de ensaios triaxiais de extensão, visto ser este um dos modos de ruptura para elementos de solo de fundação em frente ao aterro.

REFERÊNCIAS

- [01] ALMEIDA, M.S.S., "Discussão de Embankment Failure on Clay Near Rio de Janeiro", Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 111, n.2, Outubro, pp. 253-256, (1985)
- [02] ALMEIDA, M.S.S., "Propriedades Geotécnicas da Argila Mole do Rio de Janeiro à Luz de Estados Críticos e Correlações Empíricas", VIII COBRAMSEF, Vol.VIII, Porto Alegre, pp.15-24, (1986)
- [03] ALMEIDA, M.S.S., "The Undrained Behaviour of the Rio de Janeiro Clay in the Light of Critical State Theories", Solos e Rochas, Vol.5, n.2, Agosto, pp.3-24, (1982)
- [04] ALMEIDA, M.S.S., DANZIGER, F.A.B. E OLIVEIRA, E.B., "Comportamento tensão-deformação de ensaios triaxiais de solos previsto através de modelos de estados críticos", VIII Congresso Latino-Americano e Ibérico sobre métodos computacionais para engenharia, Vol.1, Novembro, pp.215-233, (1987)
- [05] ALVA-HURTADO, J.E e SELIG, E.T., "Survey of Laboratory Devices for Measuring Soil Volume Change", Geotechnical Testing Journal, Vol.4, n.1, Março, pp.11-18, (1981)
- [06] ATKINSON, J.H., "Notas de aula do curso de Resistência ao Cisalhamento", PEC-COPPE-UFRJ, Maio, (1988)
- [07] ATKINSON, J.H. E BRANSBY, P.L., "The mechanics of soil - an introduction to critical state mechanics", London, Mc Graw-Hill, (1978)
- [08] ATKINSON, J.H., EVANS, J.S. E SCOTT, C.R., "Developments in microcomputer controlled stress testing equipment for measurement of soil parameters", Ground Engineering, Vol.18, n.1, Janeiro, pp.15-22, (1985)

- [09] BISHOP, A.W. e DONALD, I.B., "The Experimental Study of Partly Saturated Soil in the Triaxial Apparatus", Proceeding do 5th ICSMFE, Vol.1, Dunod, Paris, França, pp.13-21, (1961)
- [10] BISHOP, A.W. e HENKEL, D.J., "The measurement of soil properties in the triaxial test", Edward Arnold, Ltd., Londres, (1962)
- [11] BISHOP, A.W., WEBB, D.L. e LEWIN, P.I., "Undisturbed samples of London Clay from the Ashford Common shaft: strength-effective stress relationships", Geotechnique, Vol.15, n.1, pp., (1965)
- [12] CAMPOS, T.M.P., "Instrumentação Especial em Ensaaios Triaxiais", Simpósio sobre Novos Conceitos em Ensaios de Campo e de Laboratório em Geotecnia, Vol.1, pp. 29-56, (1988)
- [13] CHAN, C.K. e DUNCAN, J.M., "A New Device for Measuring Volume Change and Pressures in Triaxial Tests on Soils", Materials Research and Standards, Vol. 7, n.7, Julho, pp. 312-314, (1967)
- [14] COATSWORTH, A.M. e HOBBS, N.B., "Computer controlled triaxial soil testing equipment in a commercial laboratory", Ground Engineering, Vol. 17, n.7, pp 19-23, Outubro, (1984)
- [15] COSTA FILHO, L.M., GERSCOVICH, D., BRESSANI, L.A. e THOMAZ, E.J., "Discussão de Embankment Failure on Clay Near Rio de Janeiro", Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 111, n.2, pp. 259-262, Outubro, (1985)
- [16] COSTA FILHO, L.M., WERNECK, M.L. e COLLET, H.B., "The Undrained Strength of a Very Soft Clay", 9th ICSMFE, Tóquio, Vol. 1, pp. 69-72, (1977)

- [17] COUTINHO, R.Q., "Aterro Experimental Instrumentado levado à ruptura sobre solos orgânicos-argilas moles da barragem de Juturnaíba", Tese de D.Sc., COPPE-UFRJ, Outubro, (1986)
- [18] CUNHA, R.P., "Tese de M.Sc. a ser submetida à COPPE-UFRJ", (1988)
- [20] DAVIS, S.C., "Electronic Volume Change and Flow Rate Devices", M.Sc. thesis, MIT, Cambridge, (1972)
- [21] DAVIES, M.C.R., "Stress path triaxial testing using a computer controlled apparatus", Simpósio sobre Novos Conceitos em Ensaios de Campo e de Laboratório em Geotecnia, Vol. 1, pp. 71-84, (1988)
- [22] FAY, K.F., BYERS, J.G. e KUNZER, B.A., "Desktop Computer Application for Consolidation Testing and Analysis" ASTM STP 892, Consolidation of Soils Testing and Evaluation, pp. 217-235, (1986)
- [23] FIPEC, "Relatório do 1 Ano da Pesquisa de Instrumentação e Automatização de Ensaio de Cisalhamento de Solos", Laboratório de Geotecnia, COPPE-UFRJ, (1986)
- [24] GERMAINE, J.T., "Recent Developments in Measurement and Modeling of Clay Behaviour for Foundation Design", Summer Course, MIT, Vol. 1, Agosto, (1985)
- [25] HEAD, K.H., "Manual of Soil Laboratory Testing", Vol. 3, ELE International Limited, (1986)
- [26] HOULSBY, G.T. e NAGESAWARAN, S., "A study of consolidation with radial drainage", Critical State Soil Mechanics Work-Shop, Cambridge, University Engineering department
- [27] JAMES, A.N. e MORRIS, A.J., "Automatic recording and data processing of laboratory soils tests", Ground Engineering, Vol. 17, n.3, pp. 36-41, Abril, (1984)

- [28] JAMIOLKOWSKI, M., LADD, C.C., GERMAINE, J.T. e LANCELOTTO, R., "New Developments in Field and Laboratory Testing of Soils", XI ICSMFE, Vol. 2, (1985)
- [29] JANBU, N., TOKHEIN, O. e SENNESET, K., "Consolidation tests with continuous loading", X ICSMFE, Vol. 1, pp. 645-654, (1981)
- [30] LADD, C.C., FOOTT, R., ISHIHARA, K. SCHLOSSER, F. e POULOS, H.G., "Stress-deformation and strength characteristics: state of the art report", Proc. 9th ICSMFE, Tóquio, Vol. 2, pp. 421-494, (1977)
- [31] LA ROCHELLE, P., "Membrane, drain and area correction in triaxial test on soil samples failing along a single shear plane", Proc. 3rd Pan. Am. Conf. on Soil Mechanics & Foundation Eng., Caracas, Venezuela, Vol. 1, pp. 273-292, (1967)
- [32] LADE, P.V. e HERNANDEZ, S.B., "Membrane penetration effects in undrained test", Journal of Geotechnical Engineering Division, Vol. 103, n. GT2, pp. 109-125, (1977)
- [33] LAMBE, T.W., "Soil Testing for Engineering", John Wiley and Sons, Inc., N.Y., (1951)
- [34] LAMBE, T.W., "Soil Mechanics", John Wiley and Sons, Inc., N.Y., (1969)
- [35] LEWIN, P.I., "Use of Servo Mechanisms for Volume Change Measurement and K Consolidation", Geotechnique, Vol. 21, n.3, pp.259-262, (1971)
- [36] MARTINS, I.S., "Sobre uma nova relação índice de vazios tensão em solos", Tese de M.Sc., COPPE-UFRJ, (1983)

- [37] MITCHELL, R.J. e BURN, K.N., "Electronic Measurement of Changes in the Volume of Pore Water During Testing of Soil Samples", Canadian Geotechnical Journal, Vol. 8, n.2, Junho, pp.341-345, (1971)
- [38] OLIVEIRA, Filho, W.L., "Considerações sobre Ensaios Triaxiais em Areias", Tese de M.Sc., COPPE-UFRJ, (1987)
- [39] ORTIGÃO, J.A.R., "Aterro experimental levado à ruptura sobre a argila cinza do Rio de Janeiro", Tese de D.Sc., COPPE-UFRJ, (1980)
- [40] PENMAN, A.D.M., "Shear characteristics of a saturated silt, measured in triaxial compression", Geotechnique, Vol. 3, n.8, (1953)
- [41] ROWLANDS, G.O., "Apparatus for Measuring Volume Change Suitable for Automatic Logging", Geotechnique, Vol. 22, n.3, pp. 525-526, (1972)
- [42] SCHOFIELD, A.N. e WROTH, C.P., "Critical State Soil Mechanics", London:Mc Graw Hill, (1968)
- [43] SILVER, M.L., "Automated Data Acquisition, Transducer and Dynamic Recording for the Geotechnical Testing Laboratory", Geotechnical Testing Journal, Vol. 2, n.4, pp. 185-189, Dezembro, (1979)
- [44] SHARPE, P., "A Device for Automatic Measurement of Volume Change", Geotechnique, Vol. 28, n.3, pp. 348-380, (1978)
- [45] STEWART, W e WONG, C.K. "Temperature Effects on Volume Measurements", Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 111, n.1, pp. 140-144, Janeiro, (1985)
- [46] TOLL, D.G. e ACKERLEY, S.K., "The development of two data acquisition systems for a geotechnical testing laboratory", Simpósio sobre Novos Conceitos em Ensaios de Campo e de Laboratório em Geotecnia, Vol. 2, pp. 453-466, (1988)

- [47] WROTH, C.P., "The interpretation of in situ soil tests", Geotechnique, Vol. 34, n.4, pp. 449-489, (1984)
- [48] ALMEIDA, M.S.S. e ORTIGÃO, J.A.R., "Performance and Finite Element Analysis of a Trial Embankment on Soft Clay", International Symposium on Numerical Models in Geomechanics, Zurich, pp. 548-558, (1982)

APÊNDICE I

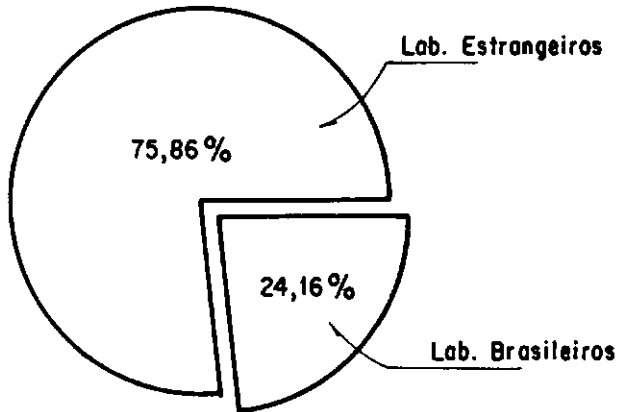
Em fins de 1987 foi realizada uma enquete, à nível internacional, sobre a utilização de sistemas automáticos de aquisição de dados em geotecnia. O questionário, em inglês, distribuído na enquete consistia de 14 questões que procuravam cobrir, da forma mais abrangente possível, toda a gama de tipos de sistemas de aquisição e equipamentos neles utilizados.

De um total de 86 formulários (enquete) enviados obteve-se resposta de 29 laboratórios.

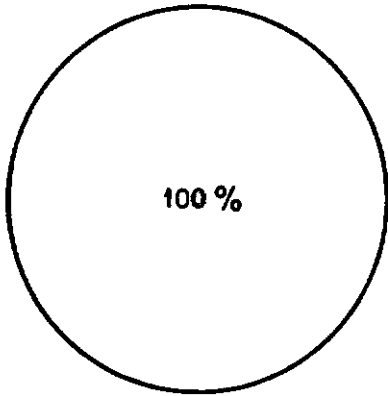
Os resultados apresentados a seguir referem-se basicamente aos laboratórios que responderam ao questionário.

Em dois itens do questionário, relativos à velocidade de leitura e ao número de canais dos conversores A/D, não se observou nenhuma faixa predominante nas respostas e com isso achou-se por bem omitir seus valores percentuais.

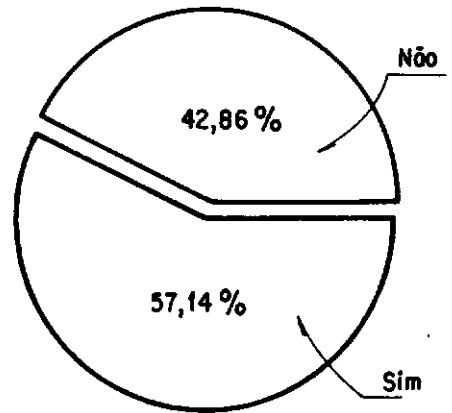
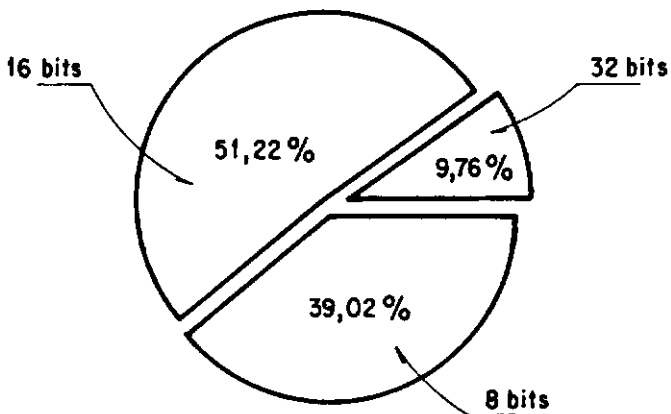
Embora os resultados a seguir apresentados (como resultado da enquete) não sejam conclusivos e mereçam, posteriormente, uma análise detalhada, os mesmos mostram a tendência substancial do uso de sistemas automáticos de aquisição de dados em laboratórios geotécnicos.

Universo AlcançadoUso de um SAAD

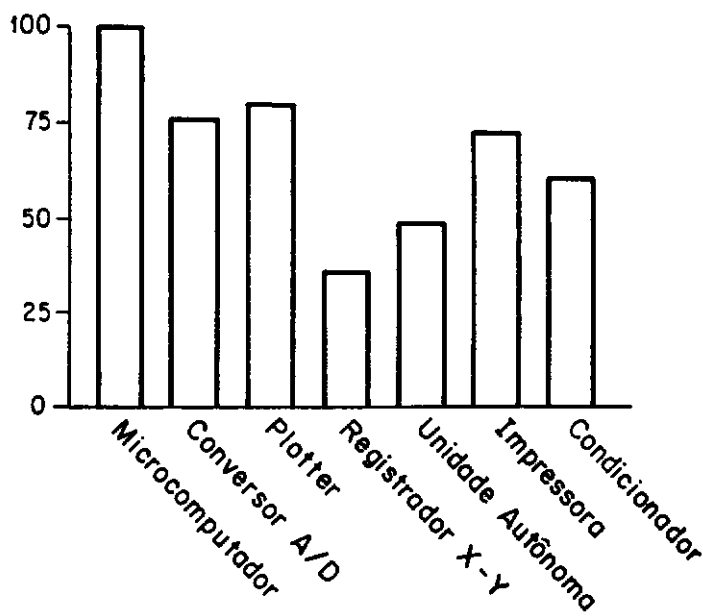
Lab. Estrangeiros



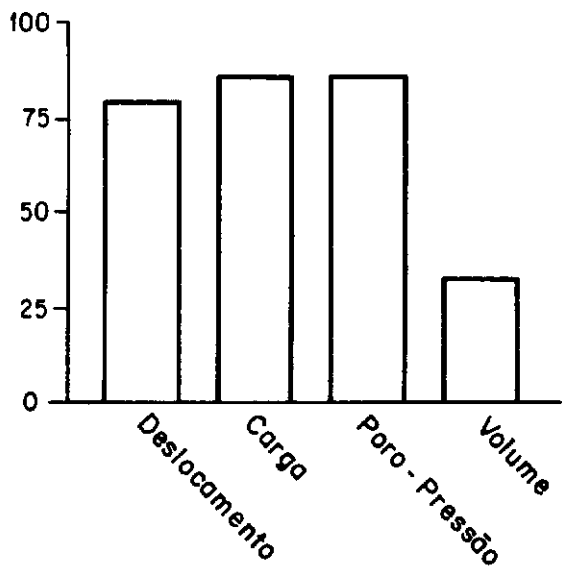
Lab. Brasileiros

Tipo de Microcomputador

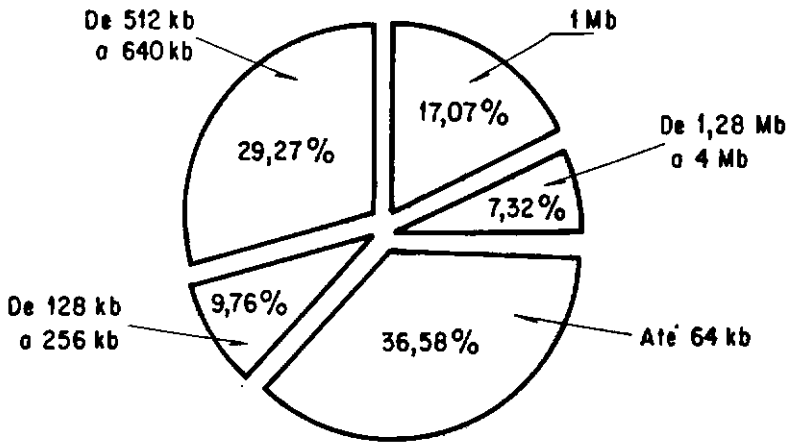
Componentes do Sistema (%)



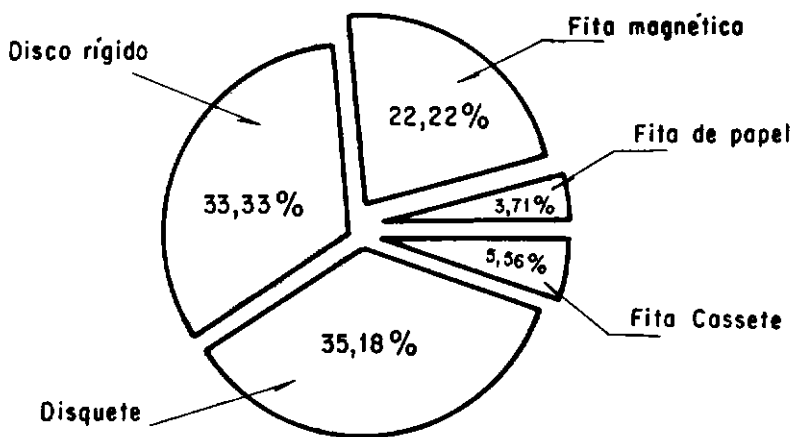
Uso de Condicionador (%)



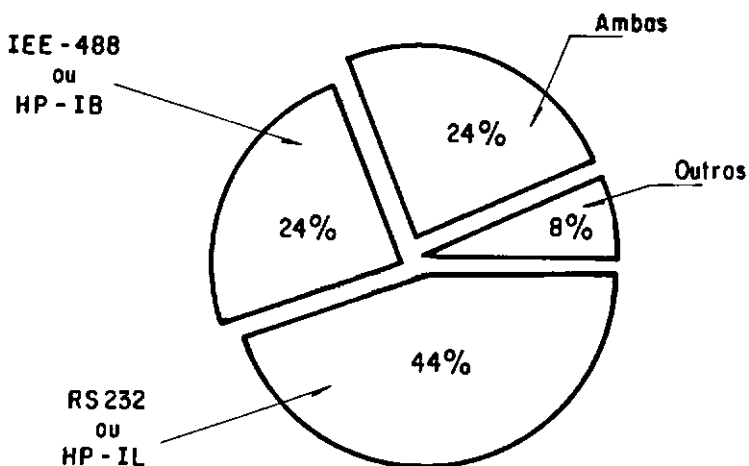
Memória de Microcomputador



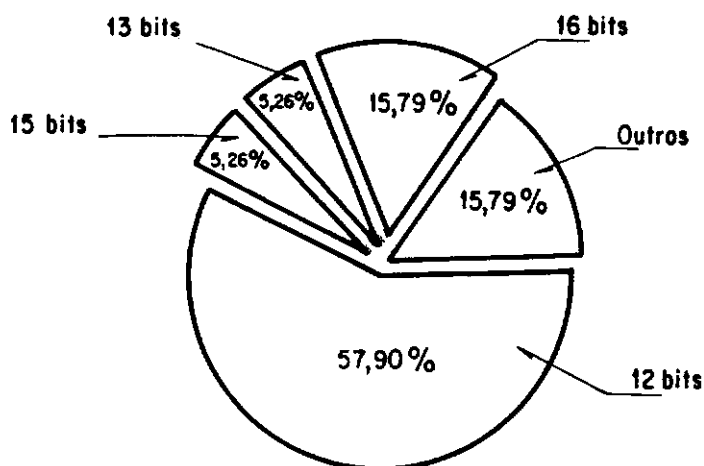
Armazenamento



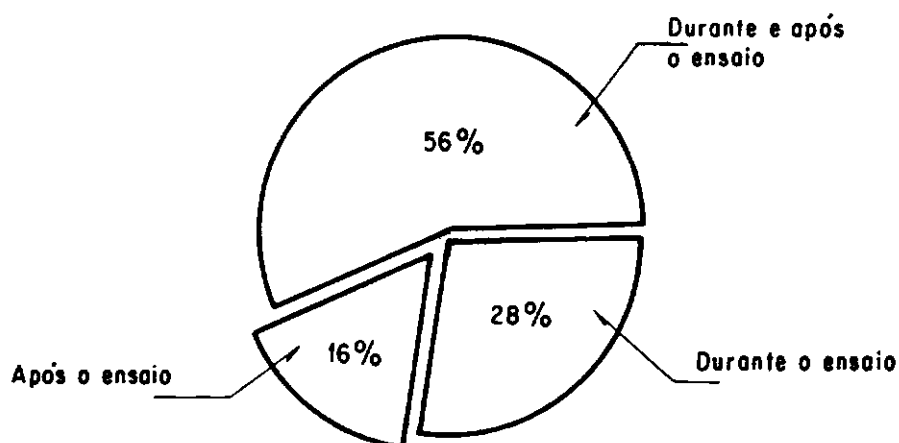
Interface



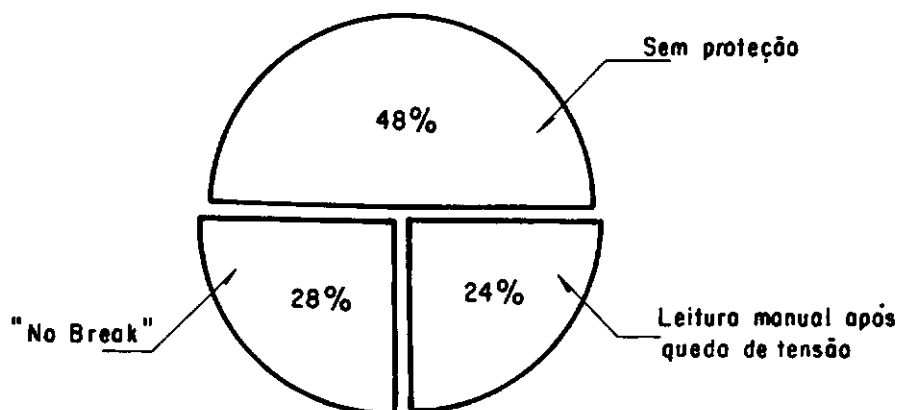
Resolução do Conversor A/D



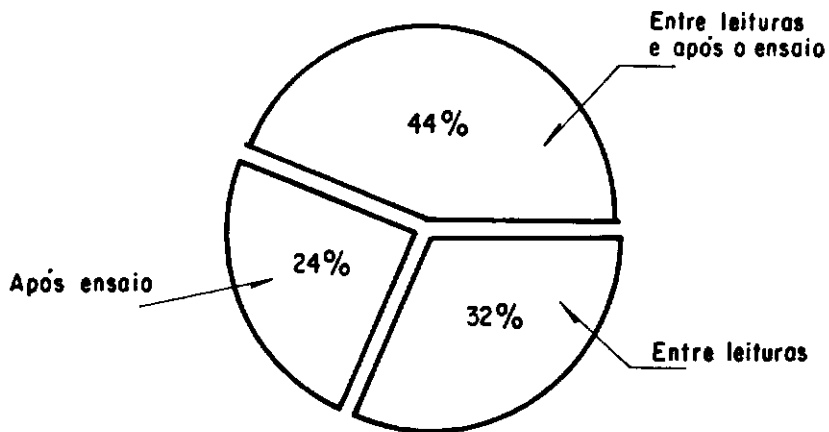
Impressão



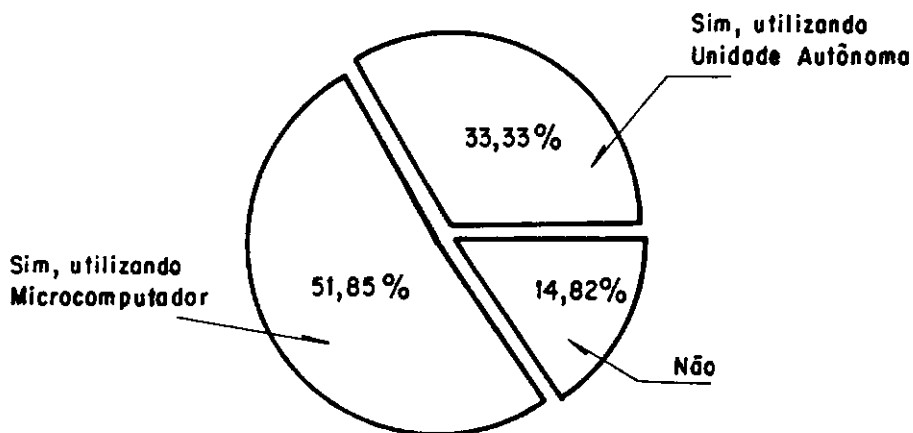
Prevenção contra queda de tensão



Computação



Acompanhamento simultâneo de ensaios



APÊNDICE II

SIMPÓSIO SOBRE NOVOS CONCEITOS EM ENSAIOS
DE CAMPO E DE LABORATÓRIO EM GEOTECNIA
MAIO 1988 - COPPE-UFRJ

AUTOMAÇÃO EM GEOTECNIA
A EXPERIÊNCIA DO LABORATÓRIO DE GEOTECNIA DA COPPE-UFRJ

GEOTECHNICAL AUTOMATION
THE BACKGROUND AT THE COPPE-UFRJ GEOTECHNICAL LABORATORY

Eduardo Nazareth Paiva - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Emídio Neto de Souza Lira - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Júlio Cezar S. Pimenta - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Eliézio B. de Oliveira - Universidade Federal do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

A utilização de Sistemas Automáticos de Aquisição de dados em laboratórios geotécnicos cria novas relações de trabalho entre seus usuários. Neste trabalho procura-se passar a experiência adquirida nos últimos anos com a implantação de um sistema desse tipo no Laboratório de Geotecnia da COPPE-UFRJ. Procura-se apresentar e discutir questões referentes a equipamentos, linguagens de programação, base de dados e equipe de trabalho como referência aqueles que porventura desejem automatizar suas atividades de pesquisa.

SUMMARY

The utilization of Automated Data Acquisition Systems in Geotechnical Laboratories create new relations of work among its users. The experience acquired in implementing a data acquisition system at COPPE-UFRJ Geotechnical Laboratory is presented. Questions about equipment, software languages, data base and staff are discussed to help those wishing to automatize their research activities.

1. INTRODUÇÃO

O Laboratório de Geotecnia da COPPE-UFRJ desenvolve atividades de ensino, pesquisa e prestação de serviços.

Em 1968, no início de suas atividades, o laboratório utilizava na realização de seus ensaios transdutores hidráulicos e mecânicos para monitoração dos parâmetros desejados. As leituras, feitas

visualmente eram transferidas para as folhas de ensaio à partir das quais o resultado era calculado "à mão", utilizando-se calculadora mecânica, régua de cálculo ou tabelas. Os dados e resultados eram representados sob forma de tabelas ou gráficos plotados manualmente e, depois de utilizados, guardados em pastas ou arquivo-morto. Estes procedimentos de leitura para obtenção de dados ainda é utilizado para cerca de 80% dos ensaios realizados atualmente.

Ao longo destes anos os avanços tecnológicos tiveram influência determinante na transformação do processo de aquisição e processamento dos dados na realização de ensaios geotécnicos.

O surgimento dos microprocessadores e a produção comercial dos microcomputadores, significou a abertura de novas perspectivas nas aplicações dos recursos computacionais entre os quais se destaca a Automação de Laboratórios.

No Laboratório de Geotecnia da COPPE-UFRJ a chegada em 1982 de um microcomputador HP85A e de um conversor Analógico/Digital HP3421A em 1983 possibilitou o início da era da Automação da Aquisição de Dados em ensaios geotécnicos neste laboratório.

É objetivo deste trabalho fazer uma avaliação das repercussões trazidas pela Automação da Aquisição de Dados nas atividades do Laboratório de Geotecnia da COPPE-UFRJ se atendo, principalmente, às questões de ordem mais geral, ou seja, aquelas que embora façam parte do trabalho cotidiano nem sempre encontram espaço para sua discussão formal.

2. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO LABORATÓRIO

Com a chegada do HP85A, ver QUADRO I, houve, num primeiro momento, uma migração dos programas para cálculos de ensaios das máquinas programáveis tipo HP25 para o microcomputador.

Com a instalação do Conversor Analógico/Digital HP3421A o microcomputador passou a estar alocado grande parte do tempo para o então Sistema Automático de Aquisição de Dados. O desenvolvimento de rotinas aplicativas, as calibrações de transdutores e o acompanhamento parcial de ensaios eram algumas das tarefas típicas deste período de implantação do Sistema.

A opção inicial por equipamento da linha Hewlett Packard(HP) se deveu a fatores como:

- a) A qualidade reconhecida dos produtos HP;

- b) Características de versatilidade na aplicação;
- c) Assistência técnica;
- d) Indicação para trabalhos de Laboratório e de Campo;
- e) Disponibilidade do equipamento para compra em tempo hábil;
- f) A não existência de equipamento nacional, na ocasião, que reunisse estas características.

QUADRO I - A EVOLUÇÃO DO INSTRUMENTAL ELETRÔNICO NO LABORATORIO DE GEOTECNIA DA COPPE-UFRJ

ANO	EVOLUÇÃO DO INSTRUMENTAL
1968	* Transdutores hidráulicos e mecânicos.
1970	* Computador de grande porte na UFRJ para cálculos de ensaios
1971	* Transdutores elétricos
1972	* Máquinas de calcular eletrônicas
1974	* Máquinas de calcular programáveis
1977	* Instrumentação de campo com base em medidas elétricas (inclinômetros, extensômetros etc)
1982	* Micro-computador HP85A
1983	* Conversor Analógico/Digital HP3421A
1984	* Micro-computador/terminal EBC-4028
	* Impressora Mônica-Plus
1985	* Multímetro Digital HP3478A
1986	* Plotter HP7090A
	* Transformação do micro HP85A em HP85B com ampliação de memória e instalação de disco eletrônico
	* Micro-computador padrão IBM-PC
1987	* Impressora Emília-PC

Na medida em que as aplicações do Sistema cresciam identificou-se a necessidade de ampliação de sua capacidade.

Por volta de 1984 a comercialização no Brasil de microcomputadores se dava em torno de padrões bem definidos. Em termos gerais, os micros de 16 bits (linha IBM-PC) já mostravam desde seu lançamento sinais de crescimento nas suas vendas em relação aos micros de 8 bits (linhas APLE, TRS e SINCLAIR) seguindo a tendência mundial com o sucesso dos PCs nos Estados Unidos, grande concentrador da indústria de hardware e software.

No entanto, nesta época a diferença de preço no mercado nacional ainda era bastante grande entre micros de 8 e 16 bits. Este fato levou à aquisição de um micro padrão TRS 80 fabricado pela EBC, o EBC-4028, que também emulava terminal Burroughs 6800, computador de grande porte instalado no Núcleo de Computação Eletrônica (NCE-UFRJ). A opção por este tipo de hardware era fundamen-

talmente para procurar transferir do HP85A os trabalhos de pré e pós processamento dos dados.

Paralelamente, buscou-se adquirir novos periféricos para o Sistema. Foram estes: impressora, plotter e multímetro digital.

Por volta de 1985, com o crescimento das aplicações do Sistema identificou-se a necessidade de se adquirir um novo microcomputador para gerenciar a aquisição dos dados. Nesta ocasião a liderança do padrão IBM-PC era uma realidade dentro da relação preço/software/hardware.

Com isto optou-se por adquirir, em 1986, um micro 16 bits, configurado com placa para conversão Analógico/Digital e placa para comunicação padrão IEEE-488 (IB).

3. AMBIENTES DE PROGRAMAÇÃO

A evolução das linguagens e computadores pode ser creditada à necessidade do homem em guardar, transmitir e aumentar os produtos de sua capacidade de racionalizar decisões, quando sujeito a situações semelhantes.

A experiência em programação, até 1982, era aquela aplicada aos computadores de grande porte, geralmente no desenvolvimento de rotinas em FORTRAN e na manutenção da programoteca da área de Geotecnia. Procura-se fazer uma avaliação da experiência no desenvolvimento de Programação Aplicada a Sistemas Automáticos de Aquisição de Dados em dois ambientes de programação: HP85 e IBM-PC.

3.1. Microcomputador HP85

Com a chegada do micro HP85 e do Conversor A/D teve-se a primeira experiência na arte de desenvolver software aplicado a Automação da Aquisição de Dados em Geotecnia. A linguagem de programação BASIC foi utilizada por ser aquela residente no HP85A. Embora o BASIC-HP possua várias facilidades para os trabalhos de comunicação com periféricos, os softwares desenvolvidos e os dados gerados apresentam dificuldades muito grandes de portabilidade para outros micros em função da retirada do mercado, pela HP, das interfaces necessárias, algumas delas por exigência da Reserva de Mercado e outras por interesse em impor o seu padrão.

É importante registrar que a produção do software, no seu

início, não teve um condicionamento que levasse em conta as técnicas mais avançadas e recomendáveis a este tipo de atividade em geral.

O início dos trabalhos apresentou uma série de dificuldades. Pode-se citar algumas:

a) A programação em linguagem BASIC-HP, embora poderosa, não permitia a programação estruturada nem seu desenvolvimento em outro micro (hardware);

b) Os cronogramas exigiam a execução de atividades em prazos não compatíveis com um planejamento global;

c) O desenvolvimento de software para aquisição de dados exige uma articulação e dependência com outras atividades, particularmente as relacionadas à área de instrumentação (transdutores, fontes de tensão, conectores, cabos e etc) e áreas de execução dos ensaios (Laboratório e Campo);

d) O acompanhamento dos ensaios (Laboratório e Campo) mobilizava o equipamento e a equipe de trabalho;

e) A carência de pessoal;

f) As dificuldades de configuração, instalação e ambientação dos componentes do sistema.

O desenvolvimento das atividades vem procurando minimizar estas dificuldades. Neste sentido algumas medidas, algumas até paliativas, têm sido implementadas. Pode-se citar:

a) Inserção de estagiários e alunos de mestrado nas atividades de programação;

b) Construção de bancada para ensaios automatizados.

Em 1987, encontravam-se desenvolvidas as seguintes versões preliminares de software aplicados a Automação da Aquisição de Dados em Ensaios Geotécnicos, tendo o HP85 como controlador e o HP3421A como conversor Analógico/Digital:

a) Cravação de Piezocone e Estaca Instrumentada (Dias, 1988);

b) Ensaios Triaxiais de Compressão Axial (Lira, 1988);

c) Ensaios de Cisalhamento Direto;

d) Ensaios Ko (Barbosa, 1988).

3.2. Microcomputador IBM-PC

Com a super-utilização do HP85 e com a afirmação do padrão IBM-PC de software e hardware, a opção por um micro da linha 16

bits abriu novas perspectivas para o trabalho do setor. Diferentemente do HP85 estes micros permitem a utilização de várias linguagens (FORTRAN, BASIC, PASCAL, C e etc) e aplicativos (WORDSTAR, LOTUS 1-2-3 e etc). Além disto, estes micros possuem disponíveis comercialmente acessórios como: placa para comunicação IB (IEEE-488), placa conversora A/D e etc.

Nesta nova etapa, estão sendo desenvolvidos softwares para Aquisição Automática de Dados em linguagens C, PASCAL e BASIC. Avaliações do desempenho destas linguagens serão feitas segundo critérios tais como:

- . Facilidade de aprendizado;
- . Manipulação de diferentes tipos de dados;
- . Manipulação de arquivos em disco;
- . Interface com outras linguagens de programação;
- . Acesso direto ao hardware e às funções do Sistema Operacional;
- . Tratamento dos dispositivos de I/O;
- . Comandos gráficos;
- . Recursos matemáticos;
- . Padronização de sintaxe e portabilidade;
- . Modularidade e Recursividade.

O desenvolvimento de software em ambiente (hardware e software de apoio) de características mais universais (e.g. padrão IBM-PC de microcomputadores) abre a perspectiva de interessantes análises comparativas, inclusive externamente ao ambiente de trabalho.

Dentre as questões que recebem, neste novo ambiente, um grande suporte para o seu tratamento destaca-se a tarefa de definição de base de dados. No sistema em que o HP85 é o seu controlador a base de dados precisa ser definida e por vezes redefinida em função de alterações no software de aquisição, tratamento ou representação dos resultados. Entretanto no sistema que possui o micro padrão IBM-PC encontram-se disponíveis vários pacotes que auxiliam nesta tarefa, por exemplo: LOTUS 1-2-3, DBASE, SUPERCALC e etc.

4. EQUIPE DE TRABALHO

No Laboratório de Geotecnia a atividade de programação tinha, até 1983, características relativamente independentes daquelas

relacionadas a execução de ensaios. Seu maior emprego era na Análise Numérica em Geotecnia utilizando programas implantados no computador de grande porte instalado no NCE-UFRJ, geralmente escritos em FORTRAN.

Com a ampliação e diversificação das atividades do Laboratório de Geotecnia a setorização tornou-se uma necessidade. O Setor de Computação é o responsável pelo Desenvolvimento e Manutenção do software aplicado às atividades de Automação da Aquisição de Dados em Geotecnia. Outros setores relacionam-se diretamente com estas atividades. Podem-se citar particularmente os setores de Instrumentação, de Ensaios de Campo, de Ensaios de Resistência e de Deformabilidade.

Comenta-se as questões da equipe de trabalho do Setor de Computação e aos seus usuários em geral.

A equipe do setor consiste de: Coordenador (Docente com doutoramento no exterior), Técnico de Nível Superior (Engenheiro Civil), Estagiários de Computação e Alunos de Mestrado.

A determinação do número exato de pessoas envolvidas na equipe de trabalho torna-se ainda difícil já que aspectos como rotatividade de pessoal e acúmulo de atividades administrativas e acadêmicas influenciam diretamente o efetivo da equipe.

A característica bastante especializada do trabalho desenvolvido acrescida aos aspectos mencionados acima se comparadas com as equipes das chamadas Soft-houses e Centros de Informação de Empresas mostram uma carência efetiva de pessoal.

A definição dos objetivos e meios de trabalho impõem a realização periódica de reuniões setoriais ou informais para discussão das idéias e ferramentas disponíveis para a concretização dos objetivos. Nestas reuniões a participação dos usuários, de pessoas de outros setores e mesmo de outras áreas fazem-se sempre necessárias. No Laboratório, por vezes, são apresentados seminários internos buscando discutir as idéias em curso e fazer apresentação aos usuários, em potencial, dos recursos já disponíveis.

Por fim, cabe ressaltar que este setor sofre influência dos, por vezes bruscos, avanços tecnológicos, tanto em hardware como em software, alterando desta maneira os planos de ação para o alcance dos objetivos previamente definidos.

QUADRO II - CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA

1) Microcomputador HP-85B	6) Impressora Emília PC
. 32 kb de memória principal	. Interf. de comunicação paral.
. Interface HP-IB	. Taxa de transferência: 1 Kb/s
. Interface serial RS 232	. Buffer de impressão: 2 Kb
. ROM de I/O	. Impressão bidirecional
. ROM de programação avançada	. Vel. de impressão: 220 char/s
. Interpretador BASIC-HP	
. Unid. de grav. em K7	7) Micro EBC-4028
. Micro impressora de 32 col.	. Micro processador Z80A
. Disco Eletrônico de 128 Kb	. 12 Kb de memória EPROM
	. 64 Kb de memória RAM
2) Conversor A/D HP 3421	. Controlador de disco flexível de 5 1/4"
. Comun. rem. com HP-85B(HP-IB)	. Protocolo que emula terminal Burroughs
. Multiplexação de 20 canais	. Config. p/ func. como sistema multiusuário (MP/M)
. 2 canais atuadores	
. 4 canais divisores de tensão	8) Micro padrão IBM-PC
. Medidas : Tensão e Corrente (AC e DC), Temperatura, Resist. a 2 ou 4 fios e Freq. 3 1/2, 4 1/2 e 5 1/2 dígit./res.	. 512 kb de RAM
	. 48 kb de ROM
3) Plotter HP 7090A	. Winchester de 20 Mb
. Comun. rem. com HP-85B(HP-IB)	. Monitor mono-cromático
. 3 canais	. Drive de 360 kb
. 1000 words de mem. por canal	
. Resolução de 12 bits	8A) Placa multiplexadora A/D
. Aceleração nominal igual a 2g	. Fabricação LINX-SP-CAD 10/16
	. Resolução de 10 bits
4) Multímetro HP 3478A	. Tempo de conversão: 40 S
. Comun. rem. com HP-85B(HP-IB)	. 8 canais
. Visor dig. em cristal líquido	. Tensão de entrada: ± 5 Volts
. Medidas : Tensão e Corrente (AC e DC), Resistência a 2 e 4 fios.	8B) Placa controladora GPIB
. 3 1/2, 4 1/2 e 5 1/2 dígit./res.	. Fabr. STD-Br - STD 8410
	. Padrão IEEE-488-1978
5) Impressora Mônica Plus	. Ligação de até 8 periféricos
. Interf. de comun. paralela	9) Outros equipamentos
. Taxa de transferência: 1kb/s	. Modem
. Buffer de impressão: 8 kbytes	. Unidade de derivação digital
. Impressão bidirecional	. UNISYS A9 (NCE/UFRJ)
. Núm. de caracteres por linha: Modo normal = 132	. Calibradores de transdutores
Condensado = 220	. Pressas para ensaios
. Veloc. de impr.: 180 char/s	. Fontes de alimentação
	. Transdutores elétricos
	. Multiplexador p/ impressora
	. Equipamento de cravação

5. MANUTENÇÃO E MATERIAL DE CONSUMO

A ampliação do número de equipamentos e ou componentes representa também um aumento da preocupação e dos custos com

manutenção e por vezes com o material de consumo.

Como em geral as partes que compõem o sistema, descritas no QUADRO II, são de constituição eletrônica recente, a manutenção destes são de difícil dimensionamento. Basta o equipamento apresentar sinais de pane que gera-se um princípio de descontrole emocional, por vezes disfarçado, entre os usuários. Em geral, os contratos de manutenção possuem a relação custo/benefício muito alta, pelo menos nos primeiros anos de existência do equipamento. No entanto, a observação dos defeitos mostra uma relação direta com a vida útil dos equipamentos (não fornecidas pelos fabricantes).

Outro enfoque que se fará necessário a médio prazo é o que trata da questão da Manutenção do Software. A tabela 1 mostra a tendência da relação de custos entre hardware e software (desenvolvimento e manutenção) em projetos típicos de programação de grande porte desenvolvidos nos Estados Unidos.

CUSTOS (%) DE		1955	1965	1975	1985
HARDWARE		85	50	20	15
SOFTWARE	DESENVOLV.	10	25	30	25
	MANUTENÇÃO	5	25	50	60

Tab. 1. Tendência dos custos em % dos projetos típicos de programação de grande porte nos Estados Unidos. (Bohm & Jacopini, 1966)

A avaliação dos custos de manutenção do software em sistemas desenvolvidos em microcomputadores ainda carecem de tempo de vida maior para sua estimativa em geral. Nossa experiência tem mostrado que a questão da manutenção do software ainda possui laços muito fortes com os autores do desenvolvimento do sistema. Isto é um diagnóstico da falta de uma metodologia padrão para a construção e manutenção do software.

O aumento ao longo do tempo dos custos de manutenção justifica a necessidade de se investir em técnicas de programação e numa metodologia de desenvolvimento de sistemas (Guimarães e Lages, 1985).

No que diz respeito a material de consumo, a experiência do

Laboratório tem mostrado ser indicado a opção por equipamentos que consomem material de fabricação nacional com ampla rede de distribuição.

5. CONCLUSÕES

O desenvolvimento na área de software para automação dos ensaios de laboratório mostrou-se efetivo e permite diminuir a distância que neste particular nos separa de grupos de países desenvolvidos.

Dentre as expectativas produzidas nesta experiência pode-se citar:

1. A necessidade de melhoria dos recursos gráficos dos programas, aumentando assim o seu nível de apresentação e auto-explicação;
2. A importância do desenvolvimento de software educativo para ambientação dos usuários do sistema;
3. A preparação para o desenvolvimento de software aplicado ao controle de processos com a utilização de servo-mecanismos;
4. O estudo de linguagens de programação que possam representar melhoria significativa do desempenho do Sistema. Por exemplo: ADA, LOGO, linguagens funcionais e aplicadas a simulação.

Por fim, a experiência adquirida pelos autores deste trabalho possibilita indicar como necessária e inovadora a atividade de Desenvolvimento de Software Aplicado a Automação em Geotecnia, especialmente considerando-se a manutenção da Reserva de Mercado Nacional de Informática e a transformação tecnológica advinda da inserção dos microcomputadores em laboratórios.

7. AGRADECIMENTOS

Registra-se com este trabalho mais um produto da Universidade Pública Brasileira apoiada por recursos de órgãos fomentadores de Pesquisa Nacional (CNPq, FINEP, FINEP, CAPES e etc). Agradecimentos ao pessoal da Área de Geotecnia do Programa de Engenharia Civil da COPPE-UFRJ pelo estímulo e especialmente aos professores Márcio S.S. Almeida e Laura Maria Goretti da Motta pela revisão do texto original.

REFERÊNCIAS DO APÊNDICE II

- SHIMIZU, T., 1982, "Processamento de Dados", Editora Atlas
- GHEZZI, C. e JAZAYERI, M., 1982, "Conceitos de linguagens de Programação", Editora Campus.
- GUIMARÃES, A.M. e LAGES, N.A.C., 1985, "Algoritmos e Estruturas de Dados", Livros Técnicos e Científicos Editora.
- PRATT, T.W., 1984, "Programming Languages", Prentice Hall.
- HOROWITZ, E. e SAHNI, S., 1982, "Fundamentals of Data Structures", Computer Science Press.
- CASTRO, C.M., 1988, "O computador na escola", Editora Campus.
- GANE, C. e SARSON, T., 1979, "Análise Estruturada de Sistemas", Livros Técnicos e Científicos Editora.
- BOHM, C. e JACOPINI, G., 1966, "Flow diagrams, turing machines and languages with only two formation rules", Communications of the ACM, New York, 366-371, may 1966.
- DIAS, C.R., "Estaca Instrumentada", (Tese em andamento), COPPE-UFRJ
- BARBOSA, P.S.A., "Ensaio Especiais de Adensamento", (Tese em andamento), COPPE-UFRJ.
- LIRA, E.N.S., "Sistema Automático de Aquisição de Dados para Acompanhamento de Ensaio Triaxiais", (Tese em andamento), COPPE-UFRJ.
- FIPEC, 1986, "Relatórios Parciais de Pesquisa", COPPE-UFRJ.

APENDICE III

LABORATÓRIO DE GEOTECNIA DA COPPE:

MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO PACOTE DE PROGRAMAS DO SISTEMA
AUTOMÁTICO DE AQUISIÇÃO DE DADOS PARA ENSAIO TRIAXIAL BASEADO
NO HP-85B

1. Pacote de programas

O pacote atualmente disponível é composto dos seguintes programas:

- a - SATURA: saturação e medição de B
- b - CONSOL: adensamento (ensaio CU e CD)
- c - TRI100: ruptura (ensaio UU e CU)
- d - ARQUIV: geração de arquivo
- e - TABELA: exposição dos resultados em forma de planilha
- f - PINTOR: traçado gráfico dos resultados da ruptura
- g - IMAGEM: traçado gráfico dos resultados da ruptura
- h - SERV01: traçado gráfico do adensamento

a - Programa SATURA

a.1. Finalidade

Este programa realiza os ajustes de pressão confinante e contra pressão da etapa de saturação do corpo de prova e permite a medição do parâmetro B após cada estágio de pressão e contra pressão.

a.2. Características

- O programa SATURA lê apenas um transdutor de poro pressão. Este mesmo transdutor é usado para o ajuste da pressão confinante e para o ajuste da contra pressão. Para tanto se faz necessário o uso de um (T) nas conexões que chegam à célula triaxial.

- O transdutor também é utilizado no ajuste de $\Delta\sigma_3$ e medição de Δu correspondente na medição do parâmetro B.

a.3. Rodando o programa SATURA

Carregue o programa SATURA na memória principal do HP-85B e tecle RUN. Na tela deverá aparecer a mensagem:

"Este programa realiza leituras no transdutor de pressão para fins de ajustes de pressão da fase de SATURACAO e da medição do parâmetro B."

"Para se ajustar as pressões da fase de saturação a leitura inicial (zero) deverá ser tomada com o transdutor na pressão atmosférica."

"Para medição do parâmetro B a leitura inicial deverá ser tomada como sendo a CONTRA-PRESSÃO já existente. TECLE CONT."

Após se teclar CONT surgirá na tela a pergunta:

"Qual a constante do transdutor de pressão ($\mu\text{V}/\text{kPa.Vin}$)?"

Entre com o valor da constante e surgirá na tela a pergunta:

"Qual o canal do Vinput?"

Deverá se entrar com o número do canal do conversor A/D que irá ler o Vinput do transdutor. Em seguida virá:

"Qual o canal do Voutput?"

Deverá se entrar com o número correspondente ao canal do conversor A/D que irá ler o Voutput do transdutor. Em seguida virá:

"Digite o código da fase que deseja realizar:

Saturação: CÓDIGO 1

Parâmetro B: CÓDIGO 2"

Se for digitado um número diferente de 1 ou de 2 o programa colocará a mensagem "CÓDIGO INEXISTENTE. AGUARDE" e retornará a perguntar o CÓDIGO.

Se o código escolhido for 1 se seguirá a mensagem:

"Atenção. Agora será iniciado o ajuste da CONTRA-PRESSÃO e de σ_3

Coloque o transdutor de pressão na pressão atmosférica e tecle CONT"

Se ao teclar CONT o programa ficar bloqueado verifique se o conversor está conectado ao micro e/ou está ligado. Dê RESET e reinicie o programa teclando RUN.

Caso não haja nenhum bloqueio o micro 'lerá', com o conversor A/D, os sinais do transdutor e os apresentará na tela (Vin em Volt e Vout em μV (microVolt)) e em seguida a mensagem:

"Aceita estas leituras como sendo leituras ZERO (SIM/NAO)?"

Se sua resposta for diferente de SIM ou de NAO o micro retornará à mesma pergunta.

Se sua resposta for NAO ele torna a ler os sinais do transdutor, dispõe as leituras na tela e retorna à pergunta:

"Aceita estas leituras como sendo leituras ZERO (SIM/NAO)?"

Se sua resposta for SIM seguirá na tela a pergunta:

"Qual o valor de σ_3 , em kPa, que se deseja?"

Após se entrar com o valor desejado surgirá na tela a mensagem:

"Tecla CONT e vá movendo o pote de aplicação de σ_3 "

Eleve lentamente o pote à pressão desejada e ao atingí-la se ouvirá uns BEEPs de advertência. Virá em tela a pergunta:

"O valor de σ_3 desejado é: (?) kPa (SIM/NAO)?"

Se você responder que NAO o programa volta à mensagem acima. Se você responder SIM o programa pergunta:

"Qual o valor da CONTRA-PRESSAO, em kPa, que se deseja?"

Ao se entrar com o valor pedido virá em tela:

"Tecla CONT e vá movendo o pote de aplicação da CONTRA-PRESSAO"

Eleve lentamente o pote à pressão desejada e ao atingí-la, a exemplo do caso anterior, se ouvirá uns BEEPs e logo em seguida a pergunta:

"O valor da CONTRA-PRESSAO é: (?) kPa (SIM/NAO)?"

Se você responder que SIM você terá na tela a mensagem " σ_3 e CONTRA-PRESSAO ajustados. INICIAR PROCESSO DE SATURACAO" e esta fase, chamada de SATURACAO estará concluída. Se você responder que NAO a operação acima descrita para elevação do pote se repetirá.

Caso o CÓDIGO escolhido tenha sido o 2 se seguirá a apresentação da mensagem:

"Atencao. Para iniciar a leitura zero da verificacao do parametro B tecla CONT"

Ao teclar CONT o micro 'lerá' os sinais do transdutor e os apresentará na tela (Vin em Volt e Vout em μV (microVolt)) e em seguida a pergunta:

"Aceita estas leituras como sendo leituras zero (SIM/NAO)?"

Se sua resposta for diferente de SIM ou de NAO o micro retornará à mesma pergunta.

Se sua resposta for NAO ele torna a ler os sinais do

transdutor, dispõe as leituras na tela e retorna à pergunta:

"Aceita estas leituras como sendo leituras zero (SIM/NAO)?"

Se sua resposta for SIM seguirá na tela a mensagem:

"Eleve o pote de mercurio que ira aplicar o $\Delta\sigma_3$ e tecle CONT"

Após teclar CONT o micro 'lerá' os sinais do transdutor e calculará o valor de $\Delta\sigma_3$. Apresentará na tela a mensagem:

"O valor de $\Delta\sigma_3$ desejado e: (?) kPa (SIM/NAO)?"

Se você responder que NAO ele voltará à mensagem "Eleve o pote de mercurio que ira aplicar o $\Delta\sigma_3$ e tecle CONT" e a sequência anteriormente descrita se repetirá.

Se você responder que SIM você terá na tela a mensagem:

"Atencao. Apos abrir a torneira de aplicacao do $\Delta\sigma_3$ tecle CONT para fazer a leitura do Δu "

Cinco segundos após se teclar CONT se ouvirá um BEEP e os sinais de Δu serão lidos e será apresentada na tela a mensagem:

"Parametro B=(?)

Deseja outra leitura de B (SIM/NAO)?"

Caso sua resposta seja SIM o micro torna a fazer uma nova leitura do Δu e consequentemente calcula novo valor de B e repete a pergunta anterior.

Caso sua resposta seja NAO o micro colocará na tela a mensagem:

"Deseja outra fase de SATURACAO (SIM/NAO)?"

Se você responder que SIM o micro retornará à primeira fase do programa, ou seja, CÓDIGO 1: FASE DE SATURAÇÃO. Será impressa na tela a mensagem:

"Atencao. Agora sera iniciado o ajuste da CONTRA-PRESSAO.

Coloque o transdutor na pressao atmosferica e tecle CONT"

Toda sequência já descrita da fase de saturação se repetirá.

Se você responder que NAO, surgirá a mensagem "INICIAR NOVA ETAPA DE ENSAIO" e a execução do programa estará encerrada.

b - Programa CONSOL

b.1. Finalidade

Este programa tem a finalidade de acompanhar a fase de adensamento dos ensaios triaxiais CU e CD.

b.2. Características

- O programa permite fazer o ajuste de σ_3 .
 - O programa efetua leituras do medidor de variação de volume a tempos definidos.
 - O programa permite um acompanhamento tanto em escala logarítmica como em raiz do tempo.
 - O cálculo do volume d'água que sai ou entra no corpo de prova é feito através de incrementos e em módulo dada a limitação máxima de volume do medidor. Isto permite a inversão de fluxo no medidor, quando o mesmo estiver próximo ao seu limite de volume, logo após a execução de uma leitura.
- obs: Este procedimento já é comumente utilizado em buretas com leituras de menisco.

b.3. Rodando o programa CONSOL

Carregue o programa CONSOL na memória principal do HP-85B e tecle RUN. Na tela deverá aparecer a pergunta:

"Qual a data de realizacao desta fase(DD/MM/AA)?"

Entre com a data no formato pedido, ou seja, primeiro o dia, em seguida o mês e finalmente o ano, separados por barras.

Após a entrada da data surgirá a pergunta:

"Qual impressora sera utilizada MONICA ou MICRO?"

Se sua resposta for diferente de MONICA ou MICRO o programa retornará à pergunta novamente.

Após ter sido escolhida a impressora surgirá na tela a mensagem:

"A finalidade deste programa e fazer o acompanhamento da primeira etapa dos Ensaio Triaxiais CU e CD em se deseja fazer uso do micro HP-85B"

Logo em seguida a pergunta:

"Deseja intervalos de tempo em:

Logaritmo: CODIGO L

Raiz: CODIGO R"

Caso a primeira letra de sua resposta seja diferente de L ou R o programa retornará à mesma pergunta.

Após a escolha da escala de tempo a ser seguida virá a pergunta:

"Qual o tempo total, em minutos, que vai durar esta fase ($\Delta t = 1$ min.)?"

Deve-se entrar com o tempo previsto de duração da fase de adensamento. É importante que este tempo seja dado em minutos e que seja de no mínimo um minuto. Um tempo inferior a um minuto colocaria o programa operando inadequadamente.

Em seguida virá a pergunta:

"Entre com o tipo de fase:

Compressao: CODIGO C

Expansao: CODIGO E"

Entre com o código C quando o corpo de prova for ser comprimido e com o código E quando o corpo de prova for ser deixado expandir. É importante que se entre somente com a letra que simboliza a fase que se deseja realizar. Este código é importante para o cálculo das dimensões finais do corpo de prova após o término do acompanhamento.

Após a entrada do código da fase de adensamento virá então uma sequência de perguntas referentes à identificação do ensaio. São elas:

"Identificacao da amostra?"

"Profundidade?"

"Corpo de Prova?"

"Operador?"

"Tipo de ensaio (CU/CD)?"

"Altura inicial do Corpo de Prova em centimetro?"

"Diametro inicial do Corpo de Prova em centimetro?"

"Constante do Medidor de Variacao de Volume($mV/cm^3.V_{input}$)?"

"Canal V_{input} do Medidor de Variacao de Volume?"

"Canal V_{output} do Medidor de Variacao de Volume?"

"Constante do transdutor de Poro Pressao($\mu V/kPa.V_{input}$)?"

"Canal Vinput do transdutor de Poro Pressao?"

"Canal Voutput do transdutor de Poro Pressao?"

O programa agora fará a impressão dos dados de entrada disponíveis e logo em seguida fará a pergunta:

"Qual o valor de Sigma3 da fase de adensamento?"

Este valor deverá ser dado em kPa. O valor de Sigma3 será então impresso juntamente com o cabeçalho dos valores a serem impressos. Na tela se verá então a mensagem:

"Agora sera iniciado o ajuste de Sigma3"

"Qual o valor da CONTRA-PRESSAO final que foi dado ao C.P.(kPa)?"

Caso não tenha sido aplicada nenhuma contra-pressão ao corpo de prova entre com este valor como sendo zero.

Após a entrada deste último dado ter-se-á a mensagem:

"Ponha o transdutor na pressao atmosferica e tecle CONT"

Ao se teclar CONT o conversor A/D lerá os sinais do transdutor e os apresentará na tela seguidos da seguinte pergunta:

"Leitura zero efetuada(SIM/NAO)?"

Se sua resposta for diferente de SIM ou de NAO o programa retornará à mesma pergunta até que sua resposta esteja correta.

Se você responder que NAO o programa novamente lerá os sinais do transdutor, assim fazendo sempre que sua resposta seja NAO.

Caso sua resposta seja SIM seguirá então a mensagem:

"Ponha o pote de mercurio a uma altura proxima de Sigma3 e aperte a tecla CONT"

Ajuste o pote à uma altura conveniente e tecle CONT. O micro tornará a ler os sinais do transdutor e apresentará em tela o valor de Sigma3 calculado:

"O valor de Sigma3 e (?) kPa (SIM/NAO)?"

Se você disser que NAO ele novamente lhe mandará fazer novos ajustes no pote assim o fazendo até que o valor de Sigma3 lhe satisfaça. Quando Sigma3 lhe satisfizer então na tela surgirá a mensagem:

"Sigma3 ajustado.AGUARDE"

Após três segundos surgirá na tela a mensagem:

"Para iniciar a leitura zero do Medidor de Variacao de Volume tecle CONT"

Ao se teclar CONT os sinais do Medidor de Variacao de

Volume serão lidos e apresentados em tela. Logo em seguida virá a pergunta:

"Leitura zero efetuada (SIM/NAO)?"

Caso sua resposta seja diferente de SIM ou de NAO o programa retornará sempre à pergunta acima. Se responder que NAO ele tornará a ler, apresentará os sinais lidos e volta à pergunta acima.

Caso sua resposta seja SIM esta leitura zero será impressa e logo em seguida seguirá a mensagem:

"ATENCAO. Apos apertar a tecla CONT, decorridos 10 segundos, voce ouvira um sinal sonoro, ao final do qual deverá ser ligada a torneira de aplicacao de Sigma3 e consequente drenagem do C.P..

Se ao final do sinal sonoro ainda nao tiver sido aberta a torneira de aplicacao de Sigma3 de RESET e reinicie uma nova entrada de dados.

Tecla CONT para iniciar o processo de consolidacao da amostra"

Ao se teclar CONT, decorridos 10 segundos, se fará ouvir o sinal sonoro e logo em seguida se terá na tela a mensagem:

"ENSAIO EM ANDAMENTO

FAVOR NAO MEXER"

Desde que as torneiras de drenagem tenham sido abertas o processo de acompanhamento do adensamento do corpo de prova estará sendo executado. Caso as torneiras não tenham sido abertas em tempo hábil e não se queira entrar com todos os dados como sugerido anteriormente, tecla PAUSE e digite CONT 1330 e reinicie novas leituras zero do Medidor de Variação de Volume. É importante frizar que no primeiro minuto são feitas 20 leituras e que as demais obedecem a um critério conveniente para uma boa definição da curva resultante.

Após o final do acompanhamento do adensamento o programa irá perguntar:

"Deseja tracar no plotter a curva $\Delta V(\text{cm}^3) \times \text{Raiz } (t)$ (SIM/NAO)?"

Caso sua resposta seja NAO seguirá na tela a mensagem "FASE DE ADENSAMENTO CONCLUIDA" e a programação estará encerrada.

Caso você deseje traçar a curva no plotter verifique se o

mesmo se encontra conectado ao micro HP-85B, ligado, com canetas e com papel. Só então responda SIM à questão acima.

Após responder SIM o plotter iniciará o traçado dos dados de ensaio e da curva resultante necessitando para isso de mais alguns dados sobre a curva desejada. Esses dados serão pedidos um a um dispensando-se qualquer comentário sobre como proceder para sua entrada uma vez que as perguntas são totalmente objetivas.

Após a conclusão do traçado gráfico a programação estará totalmente concluída e se deverá passar a fase seguinte de ensaio.

c. Programa TRI100

c.1. Finalidade

A finalidade do programa TRI100 é fazer o acompanhamento da fase de ruptura dos ensaios UU e CU, sejam estes com ou sem medida de poro pressões.

c.2. Características

- O programa permite fazer no máximo 100 leituras por ensaio

- Dada a altura inicial do corpo de prova, a velocidade de ruptura e a porcentagem de deformação máxima a que se deseja levar o ensaio o programa calcula o tempo entre leituras de forma a se obter uma boa definição da curva tensão x deformação.

- No decorrer do ensaio, após a décima primeira leitura, são apresentadas, em tela, as curvas tensão x deformação e poro pressão x deformação. É importante observar que isso só ocorre se o tempo entre leituras for superior a 40 segundos, tempo este necessário ao traçado gráfico sem prejuízo das leituras.

- Sempre antes de cada leitura se fará ouvir um sinal sonoro de advertência quanto à execução desta operação.

- Para utilização deste programa se fez necessário o uso de alimentação própria e amplificação de sinal do transdutor de carga, o que não necessitou se ler o Vinput do mesmo.

- Após o término do acompanhamento da fase de ruptura o programa cria em fita um arquivo referente ao ensaio para posterior uso dos programas TABELA, PINTOR e IMAGEM.

- O programa faz uso da memória secundária em disco eletrônico para armazenamento de dados durante a fase de ruptura.

c.3. Rodando o programa TRI100

Carregue o programa TRI100 na memória principal do HP-85B e tecle RUN. Na tela deverá surgir as mensagens:

"atualizacao em 30/11/87 as 15:30

Entre com a data de realizacao do ensaio (DD/MM/AA)?"

Entre com a data no formato pedido. Logo em seguida virá a pergunta:

"Quantas leituras deseja que sejam feitas (<=100)?"

Entre com o número de leituras desejado lembrando que este número não deve ultrapassar a 100 uma vez que isto comprometeria a memória total disponível do micro e a consequente perda da parte final do acompanhamento.

Após se entrar com o número de leituras desejado virá na tela a mensagem:

"Programa para calculo de ensaios triaxiais UU e CU

Aperte teclas chaves K1,K2,K3,K4,K5,K6,K7

Ver esquema de funcoes das chaves abaixo"

Observa-se no fundo da tela a disposição das funções de cada tecla especial. Comece apertando a tecla K1. Na tela deverá surgir a pergunta:

"Valor da constante em mV/mm do LVDT?"

Entre com o valor da constante. A seguir virá a mensagem "CANAL Voutput LVDT?" e logo em seguida "APERTE TECLA K2"

Ao se apertar a tecla K2 surgirão na tela as perguntas:

"Valor da constante da celula de carga em mV/N?"

"CANAL Voutput CARGA?"

Logo em seguida a mensagem:

"APERTE TECLA K3"

Ao se apertar a tecla K3 surgirá na tela a mensagem:

"Entre com o tipo de ensaio a ser calculado (UU/CU)?"

Entre com um dos tipos pedidos de ensaio (UU ou CU). Se

você escolher o ensaio UU surgirá na tela a mensagem "APERTE TECLA K4". Caso você escolha o ensaio CU virá na tela a seguinte mensagem:

"Este programa não faz o acompanhamento da fase de consolidação do ensaio triaxial CU. Caso esta fase já tenha sido realizada calcule os novos valores de H_0 e D_0 e tecle CONT. Se desejar fazer o acompanhamento com o micro queira carregar na memória o programa CONSOL."

Ao se teclar CONT surgirá na tela a mensagem:

"APERTE TECLA K4"

Ao se apertar a tecla K4 surgirão uma mensagem e uma pergunta:

"A célula de pressão será utilizada para medir o Σ_3 e/ou a Poro Pressão"

"Haverá medição de Poro Pressão (SIM/NAO)?"

Se você responder que NAO na tela será colocada a mensagem "Ensaio sem medição de Poro Pressão" e virão as perguntas:

"Constante da célula de pressão em $\mu V/kPa$. Vinput?"

"CANAL Vinput PRESSAO?"

"CANAL Voutput PRESSAO?"

Esta sequência de perguntas também surgirá na tela caso você responda SIM à pergunta acima.

Em seguida surgirá a mensagem:

"APERTE TECLA K5"

Ao se apertar a tecla K5 surgirá a pergunta:

"Valor de Σ_3 em kPa?"

Logo em seguida virá a pergunta:

" Σ_3 já foi ajustado (SIM/NAO)?"

Se você responder que SIM surgirá na tela a mensagem "APERTE TECLA K6". Caso você responda que NAO surgirá a mensagem:

"Agora será iniciado o ajuste de Σ_3

Qual o valor da CONTRA-PRESSÃO final da fase de SATURACAO?"

Entre com o valor da contra-pressão pedida. Caso não tenha se saturado o corpo de prova entre com a contra-pressão como sendo zero. Logo em seguida virá a mensagem:

"Coloque o transdutor de Poro Pressão na pressão atmosférica e aperte a tecla CONT"

Ao se apertar CONT os sinais do transdutor serão lidos e surgirá na tela a pergunta:

"Leitura da atmosferica efetuada (SIM/NAO)?"

Se você responder que NAO os sinais do transdutor tornarão a ser lidos e a pergunta anterior se repetirá. Caso você responda que SIM surgirá na tela a mensagem:

"Ponha o pote de mercurio a uma altura proxima de Sigma3 e aperte a tecla CONT"

Ao se apertar CONT os sinais do transdutor serão lidos e virá na tela a pergunta:

"O valor de Sigma3 e': (?) kPa (SIM/NAO)?"

Se você responder que NAO o programa voltará à mensagem anterior e o ciclo se repetirá. Caso você responder que SIM surgirá na tela a mensagem "Sigma3 ajustado. AGUARDE" e logo em seguida "APERTE TECLA K6".

Ao se apertar a tecla K6 serão pedidos dados sobre o ensaio a se realizar. São eles:

"Entre com a velocidade da prensa em mm/min?"

"Entre com deformacao especifica maxima em %?"

"Entre com valores de H0 e D0 do C.P. em centímetros?"

Logo após a entrada destes dados surgirá na tela a mensagem:

"APERTE TECLA K7 PARA INICIAR O PROCESSAMENTO DA AQUISICAO DE DADOS"

Ao se apertar a tecla K7 surgirão as perguntas:

"Identificacao da amostra?"

"Profundidade?"

"Corpo de Prova?"

"Operador?"

Após a entrada destes dados se iniciará a impressão dos dados do ensaio e do cabeçalho e logo em seguida virá em tela:

"AJUSTE DOS TRANSDUTORES PARA DEFINICAO DAS LEITURAS ZERO"

"Deseja imprimir este ajuste S/N?"

Responda S se desejar que todas as etapas de ajuste sejam impressas, caso contrário, ou seja, os ajustes sejam apenas apresentados em tela responda N.

Após a resposta da pergunta acima o micro emitirá um sinal sonoro, assim o fazendo daqui por diante sempre antes de realizar as leituras dos transdutores. As leituras serão então

apresentadas e logo em seguida a pergunta:

"Ajuste L0 efetuado (S/N)?"

Sempre que você responder N a esta pergunta o micro tornará a ler os transdutores e o ciclo se repetirá. Se você responder S o programa lerá novamente os transdutores e guardará esta última leitura como sendo a leitura zero dos transdutores. Logo após virá a mensagem:

"Serão feitas 3 leituras. Deseja imprimir este check de estabilidade da leitura zero (S/N)?"

Se deseja imprimir esta checagem responda S, caso contrário responda N.

Após sua resposta (S ou N) a checagem será realizada e logo em seguida virá a mensagem:

"TUDO PRONTO PARA INICIAR ENSAIO (S/N)?"

"Antes de responder a esta questão, favor fazer uma última verificação dos instrumentos"

Caso você responda N à mensagem acima se repetirá. Se responder S virá na tela a mensagem:

"Inicializando o sistema

AO FINAL DO PRIMEIRO SINAL SONORO LIGUE A PRENSA.

AOS FINAIS DOS SINAIS SONOROS SEGUINTE SERAO DISPARADAS AS LEITURAS.

Sinal sonoro para ligar a prensa em 15 segundos"

Decorridos 15 segundos se ouvirá o sinal sonoro e no final do qual deverá se ligar a prensa.

Na tela do micro deverá então constar a mensagem:

"HP-85B NAO LIBERADO PARA USUARIOS

SISTEMA DE AQUISICAO DE DADOS FUNCIONANDO"

Esta mensagem permanecerá na tela até que ocorra a décima primeira leitura e/ou o tempo disponível entre leituras seja suficientemente longo para permitir o traçado gráfico, em tela, dos resultados de tensão desvio x deformação e poro pressão x deformação.

O programa permanecerá fazendo leituras a tempos pré-calculados até que o total de leituras pedido seja atingido, ao final do qual virá a mensagem:

"ENSAIO TERMINADO

PARA GRAVAR OS DADOS COLOQUE O CARTUCHO E TECLE CONT"

Ao se teclar CONT se terá na tela a mensagem:

"ENTRE COM O NOME DO ARQ A SER GRAVADO - ATE' 6 CARACTERES"

Após a entrada do nome do arquivo se iniciará a transferência dos dados da memória secundária do micro para a fita magnética (K7).

Após a transferência concluída surgirá na tela a mensagem: "GRAVACAO DOS DADOS CONCLUIDA"

Após a exposição desta mensagem estará concluída a programação.

d. Programa ARQUIV

d.1. Finalidade

Este programa tem como finalidade a criação de arquivos via teclado, que por ventura tenham sido perdidos. O programa permite também se complementar os arquivos criados pelo programa TRI100.

d.2. Características

- O programa faz uso da memória secundária em disco eletrônico.

- Toda a entrada de dados se dá através do teclado.

d.3. Rodando o programa ARQUIV

Carregue o programa ARQUIV na memória principal do micro e tecle RUN. Na tela deverá surgir a mensagem:

"Este programa cria um arquivo de dados de um ensaio TRIAXIAL (UU, CU e CD), em fita magnética, introduzindo-se os dados pelo teclado"

"O programa pode também ser utilizado para o armazenamento da umidade inicial e final, do peso específico, do grau de saturação e do índice de vazios do C.P."

"Para dar início a entrada de dados e características do ensaio tecle CONT"

Ao se teclar CONT surgirá a pergunta:

"Deseja criar um arquivo novo (SIM/NAO)?"

Se você responder alguma coisa diferente de SIM ou de NAO a pergunta se repetirá. Se você responder NAO surgirá na tela a pergunta:

"Qual o nome do arquivo que se deseja complementar os dados?"

Entre com o nome do arquivo e surgirá na tela a mensagem:

"Ponha a fita em que se encontra o arquivo (NOME DO ARQUIVO) e tecle CONT"

Ao se teclar CONT a fita será acessada e em seguida virá em tela uma sequência de perguntas. Como segue:

"Qual a unidade inicial do C.P.?"

"Qual o índice de vazios inicial?"

"Qual o grau de saturacao inicial?"

"Qual o peso especifico inicial?"

"Qual a unidade final do C.P.?"

Após se responder a esta série de perguntas virá a pergunta a seguir:

"Deseja recommear o programa (SIM/NAO)?"

Se você responder qualquer coisa diferente de SIM ou de NAO a pergunta se repetirá. Se você responder NAO o programa encerra sua execução. Se você responder SIM o programa retorna ao seu início.

Se você deseja criar um novo arquivo e na respectiva pergunta você disse SIM, virá então em tela uma sequência de perguntas que implicam na entrada de dados sobre o ensaio para o qual se deseja criar novo arquivo. São elas:

"Entre com o nome do arquivo com ate 6 caracteres?"

"Quantas leituras serao guardadas neste arquivo?"

"Identificacao da amostra?"

"Profundidade?"

"Corpo de Prova?"

"Operador?"

"Tipo de ensaio (UU, CU ou CD)?"

Caso se responda UU ou CU a esta pergunta virá então na tela: "Houve medida de Poro Pressao (SIM/NAO)?"

Caso responda CD esta pergunta será omitida e teremos:

"Data de realizacao do ensaio na forma (DD/MM/AA)?"

"Qual a altura, a area e o volume do C.P. antes da fase de ruptura (cm, cm2, cm3)?"

"Qual a constante do LVDT (mV/mm)?"

"Qual a constante da L.C. (mV/N)?"

Caso o tipo de ensaio seja CD a pergunta a seguir será omitida.

"Qual a constante do transdutor de Poro Pressao ($\mu\text{V}/\text{kPa} \cdot V_{\text{input}}$)?"

Se o tipo de ensaio for CD a pergunta que substitui a anterior é:

"Qual a constante do Medidor de Variacao de Volume ($\text{mV}/\text{cm}^3 \cdot V_{\text{input}}$)?"

Dando continuidade à entrada de dados virão:

"Qual o valor de σ_3 (kPa)?"

"Qual a velocidade de deformacao da prensa (mm/min)?"

Após essa entrada de dados gerais virá a entrada das leituras através da pergunta:

"Quais sao os valores da leitura (?).Na seguinte ordem:"

Se o ensaio é do tipo CD virá na tela:

"t(s),Vout(LVDT),Vout(LC),VoutV,VinV?"

Se o ensaio é do tipo UU ou CU sem medição de poro pressão:

"t(s),Vout(LVDT),Vout(LC)?"

Se é do tipo UU ou CU com medição de poro pressão:

"t(s),Vout(LVDT),Vout(LC),Vout(pp),Vin(pp)?"

Após a entrada dos dados virá a pergunta:

"Digitou algum valor errado (SIM/NAO)?"

Se você responder que SIM seguirá a pergunta:

"Deseja corrigir algum valor digitado errado (SIM/NAO)?"

Se você responder que NAO o programa inicia a computação dos dados. Se você responder que SIM o programa perguntará:

1) No caso do ensaio ser tipo UU ou CU sem medição de poro pressão:

"Qual o valor a ser corrigido T3,D8 ou C8.Respectivamente:"

"t(s),Vout(LVDT),Vout(LC)?"

2) No caso do ensaio ser tipo UU ou CU com medição de poro pressão:

"Qual o valor a ser corrigido T3,I3,D8,C8 ou P8. Respectivamente:"

"t(s),Vin(pp),Vout(LVDT),Vout(LC),Vout(pp)?"

3) No caso do ensaio ser tipo CD:

"Qual o valor a ser corrigido T3,I3,D8,C8 ou P8. Respectivamente:"

"t(s),Vin(V),Vout(LVDT),Vout(LC),Vout(V)?"

Após se entrar com a variável a ser corrigida virá em tela a pergunta:

"Qual o numero da leitura de (?) que se deseja mudar?"

Se o número fornecido ultrapassar o número de pontos entrados menos um surgirá na tela a mensagem "NAO EXISTE TAL LEITURA" e o programa retornará à mesma pergunta.

Caso o número fornecido esteja correto a variável será apresentada na tela e se pedirá o novo valor. Assim:

"Valor de (VARIABLE)=(?)"

"Novo valor de (VARIABLE)?"

Após se entrar com o novo número da variável virá a pergunta:

"Deseja corrigir algum outro valor de (VARIABLE) (SIM/NAO)?"

Se você responder que SIM o processo acima descrito se repetirá. Se você responder que NAO surgirá na tela a mensagem:

"DADOS SENDO COMPUTADOS. AGUARDE"

Após a computação dos dados surgirá na tela a mensagem:

"Atencao. Agora sera feita a transferencia dos dados do micro para a fita magnetica"

"Coloque a fita na janela e tecle CONT"

Ao se teclar CONT surgirá a mensagem:

"AGUARDE. DADOS SENDO TRANSFERIDOS"

Após a transferência total dos dados virá na tela a mensagem "GRAVACAO CONCLUIDA" e logo em seguida a pergunta:

"Deseja criar um outro arquivo de dados (SIM/NAO)?"

Se você responder que SIM o programa retorna ao seu início. Se você responder NAO o programa encerra sua execução.

e. Programa TABELA

e.1. Finalidade

Este programa expõe, em forma de tabela, os resultados numéricos do ensaio, cujos dados estejam arquivados em fita, de

forma a permitir uma análise superficial das variáveis (e.g. deformação, poro pressão, tensão desvio e etc).

e.2. Características

- A impressora para a qual foi desenvolvido o programa foi a MONICA PLUS nada impedindo, a princípio, a utilização da EMÍLIA-PC a não ser em possíveis distorções espaciais na apresentação dos resultados.

- O papel a ser utilizado durante a impressão deverá ter espaço disponível para 80 colunas. Um número superior de colunas implicaria em desperdício de formulário e dificultaria sua inclusão em relatórios.

- Na execução do programa se faz uso da memória secundária do disco eletrônico.

- É necessário que se conheça o nome do arquivo desejado e em que fita o mesmo se encontra.

obs: Quando utilizar o programa TABELA não esquecer de ligar a impressora MONICA PLUS, bem como ligar e ajustar a caixa de passagem (multiplexadora de sinal).

e.3. Rodando o programa TABELA

Carregue o programa TABELA na memória principal do HP-85B e tecle RUN. Na tela deverá aparecer a mensagem:

"Este programa transfere os dados dos ENSAIOS TRIAXIAIS arquivados em fita para uma listagem em forma de tabela.

A impressora a ser utilizada nesta tarefa deverá ser a MONICA."

Logo em seguida aparecerá a pergunta:

"Qual o nome do arquivo a ser transferido?"

Você deverá entrar com o nome do arquivo desejado com um máximo de 6 (seis) caracteres.

Logo após responder a questão anterior você terá na tela a pergunta:

"Qual o diametro nominal do corpo de prova (1.4", 2.0", 4.0")?"

Você deverá entrar apenas com o diâmetro correspondente ao seu corpo de prova não sendo necessário entrar com o símbolo

("), o que provocaria uma mensagem de erro.

Tendo seguido até então sem problemas você verá na parte mais inferior da tela a mensagem:

"Insira a fita em que se encontra o ARQUIVO e tecele 'CONT'"

Tendo você previamente ligado a impressora e posto o formulário contínuo em posição conveniente (início de uma folha), ligado a caixa de passagem e teclado 'CONT' o micro começará a ler o arquivo da fita e irá transferir os dados para a impressora, inicialmente as características genéricas do ensaio tais como: velocidade de ensaio, dimensões do corpo de prova, operador e etc. Após uma pausa para impressão destes dados o micro voltará à transferência dos dados. Primeiro da fita para sua memória, em seguida da memória para a impressora.

Durante os intervalos em que os dados estiverem sendo transferidos da fita para a memória do micro, ficará na tela a mensagem: "DADOS SENDO TRANSFERIDOS.AGUARDE".

Quando o micro terminar de enviar todos os dados para a impressora surgirá na tela a mensagem "TRANSFERENCIA CONCLUIDA" e logo em seguida a pergunta:

"Deseja fazer nova tabela (S/N)?"

Se sua resposta for S o programa retorna ao seu início. Caso sua resposta seja N será impressa na tela a mensagem "PROGRAMACAO CONCLUIDA ATE A PROXIMA" e nisto o programa finalizará suas atividades.

Caso deseje transferir novo arquivo basta teclar RUN e o programa imediatamente começará a ser executado.

f. Programa PINTOR

f.1. Finalidade

O programa PINTOR tem como finalidade expor os resultados dos ensaios através de gráficos no plotter HP-7090A.

f.2. Características

- Permite traçar apenas um gráfico por sistema de eixos.

- Na folha em que é traçado o gráfico se expõe também dados sobre o ensaio e sobre o corpo de prova.
- O programa faz uso da memória secundária em disco eletrônico.
- O programa utiliza três penas do plotter.

f.3. Rodando o programa PINTOR

Carregue o programa PINTOR na memória principal do micro e tecle RUN. Na tela deverá surgir a mensagem:

```
"INSIRA O CARTUCHO MAGNETICO
USE COMANDO CAT
E DEPOIS APERTE A TECLA CONT"
```

O cartucho magnético em que se encontra o arquivo desejado deve ser inserido no micro e aí permanecer até que se encerre o uso do programa.

O comando CAT proposto só deve ser usado caso se desconheça o conteúdo da fita.

Após apertar CONT virá na tela a mensagem:

```
"ENTRE COM O NOME DO ARQUIVO DE DADOS"
```

Após se entrar com o nome do arquivo desejado o micro iniciará a leitura na fita. Após a primeira parte do acesso ao arquivo surgirá na tela a mensagem:

```
"DESEJA CABEC. (S/N)?"
```

Caso você responda S será impresso no micro um cabeçalho onde se expõe as características do ensaio e do corpo de prova e logo em seguida, assim como respondendo N, se iniciará uma sequência de mensagens e o traçado gráfico de uma tabela. Se terá na tela:

"A seguir será tracada uma tabela contendo a relação de variáveis disponíveis ao tracado de curvas. A abcissa e a ordenada devem ser estipuladas digitando os seus códigos. A cte (K) pedida pode ser usada como um fator de conversão de unidades para cada um dos eixos. Aperte a tecla CONT para prosseguir"

Ao se teclar CONT se iniciará o traçado gráfico da tabela. Em uma janela na tabela surgirá então a pergunta:

```
"ESCOLHA X?"
```

Você deverá escolher o código da variável que deseja

analisar. Em seguida virá a pergunta:

"DE K, $X=K*X$?"

Após se entrar com a constante desejada as duas perguntas anteriores se repetirão para a variável Y. São elas:

"ESCOLHA Y?"

"DE K, $Y=K*Y$?"

Caso você entre com códigos de variáveis diferentes daqueles dispostos na tabela surgirá em tela a mensagem "DADOS INCORRETOS. ESPERE ALGUNS SEGUNDOS POR NOVAS PERGUNTAS" e voltará novamente à tabela para nova entrada das variáveis.

Após a entrada correta das variáveis se iniciará a busca, em fita, das variáveis pedidas e logo em seguida o traçado do reticulado onde será apresentado o gráfico.

Após a conclusão do reticulado surgirá na tela a pergunta: "DESEJA NOTACAO CIENTIFICA EM Y?"

Se você responder que SIM os valores da ordenada serão impressos em potência de 10. Caso você responda NAO os valores impressos serão aqueles lidos em fita multiplicados pela constante fornecida.

Este procedimento deverá também ser seguido para a pergunta seguinte, ou seja:

"DESEJA NOTACAO CIENTIFICA EM X?"

Após a resposta a esta última pergunta o gráfico pedido será traçado sobre o reticulado, será colocado o título do mesmo e surgirá na tela a mensagem:

"O GRAFICO, EM TELA, SERA MOSTRADO DE NOVO, E O PROGRAMA SERA PARADO APOS VE-LO, TECLE (CONT) QUANDO DESEJAR SEGUIR"

Após a apresentação desta mensagem o gráfico traçado voltará à tela e para se dar continuidade ao programa deve se teclar CONT.

Ao se teclar CONT virá na tela a pergunta:

"DESEJA TRACAR, NA TELA, OUTRO GRAFICO, SIM OU NAO?"

Se você responder que SIM o programa voltará à tabela de variáveis e o processo já descrito se repetirá. Caso responder NAO virá a pergunta:

"DESEJA RETRACAR, AGORA EM PAPEL, O GRAFICO FEITO EM TELA (S/N)?"

Se você responder que NAO o programa se encerra.

Antes de responder SIM a esta pergunta deverá se anotar os

valores mínimos e máximos de cada eixo.

Quando você responder que SIM terá início no plotter o traçado dos resultados. Primeiro a impressão de dados sobre o ensaio e sobre o corpo de prova, depois o traçado do quadro onde ficará o gráfico desejado.

Logo em seguida virá a pergunta:

"O TITULO DO GRAFICO SERIA: -----
 POREM, LEMBRANDO QUE O PLOTTER NAO ACEITA LETRAS GREGAS,
 VOCE DESEJARIA TROCA-LO POR OUTRO COM ATE 40 CARACTERES
 (S/N)?"

O título apresentado em tela será aquele residente no programa e que representa as variáveis pedidas. Se você responder N a esta pergunta este título será impresso no plotter correndo-se o risco de, na existência de algum caracter grego, o mesmo ficar incompleto. Caso você responda S virá em tela a mensagem:

"ENTRE COM O NOVO TITULO?"

Ao se entrar com o título este será traçado e seguirá na tela a mensagem:

"ENTRE COM:(Xmin,Xmax,Ymin,Ymax), NA FORMA MOSTRADA NOS PARENTESSES?"

Entre com os valores pedidos e virá em tela as perguntas:

"QUANTAS DIVISOES NO EIXO X?"

"QUANTAS DIVISOES NO EIXO Y?"

"DE QUANTO EM QUANTO, DESEJA UM LABEL EM X?"

"DE QUANTO EM QUANTO, DESEJA UM LABEL EM Y?"

A título de exemplo, digamos que os valores mínimos e máximos anotados da tela, conforme sugestão anterior, sejam:

Eixo X: 0 ; 25,67

Eixo Y: 0 ; 156,3

Os valores mínimos e máximos acima pedidos poderiam ser:

Eixo X: 0 ; 30

Eixo Y: 0 ; 160

Com isso poder-se-ia ter 6 divisões no eixo X e um total de 8 divisões no eixo Y. Assim sendo colocaríamos um label a cada 5 no eixo X e um a cada 20 no eixo Y.

Após a conclusão do traçado o programa retorna à mensagem:

"O GRAFICO, EM TELA, SERA MOSTRADO DE NOVO, E O PROGRAMA SERA PARADO, APOS VE-LO, TECLE (CONT) QUANDO DESEJAR SEGUIR"

A partir de agora todo o processo já descrito se repetirá e assim se poderá escolher o traçado gráfico de tantas variáveis quanto se fizer necessário.

g. Programa IMAGEM

g.1. Finalidade

Este programa tem como finalidade, assim como o programa PINTOR, expor os resultados dos ensaios através de gráficos com o auxílio do plotter HP-7090A.

g.2. Características

- O programa permite traçar até 6 resultados de ensaios (e.g. tensão x deformação) sob um mesmo sistema de eixos.
- Para a perfeita apresentação dos resultados é necessário que já se tenha em arquivo os valores de: umidade inicial e final do corpo de prova, do grau de saturação, do índice de vazios e do peso específico do material.
- O programa faz uso da memória secundária em disco eletrônico.
- O programa utiliza as penas 1 e 2 do plotter.

g.3. Rodando o programa IMAGEM

Carregue o programa IMAGEM na memória principal do micro e tecle RUN. Na tela deverá surgir a mensagem "Este programa é utilizado no tracado grafico sob um mesmo sistema de eixos para um maximo de 6 ensaios" e logo em seguida virá a pergunta:

"Quantos ensaios deseja analisar?"

Entre com o número de ensaios que serão comparados lembrando que este valor não deve ultrapassar a 6. A seguir vem a mensagem:

"Entre com os nomes dos arquivos, um de cada vez"

"Arquivo do Ensaio (1)?"

"Arquivo do Ensaio (2)?"

Assim seguindo até a entrada do número total de arquivos que se deseja comparar.

Após a entrada dos nomes dos arquivos virá a pergunta:

"Deseja normalizar os resultados (S/N)?"

Antes de responder a esta pergunta é importante saber que apenas a variável do eixo Y será normalizada pela tensão confiante de ensaio caso você responda S. No caso de responder N os dados serão apresentados exatamente como obtidos da fita.

Após responder à pergunta anterior virá na tela os comandos:

"Coloque o cartucho em que se encontra o arquivo (NOME DO ARQUIVO). Tecle CONT"

Deve-se realizar esta operação até que todos arquivos desejados sejam transferidos.

Logo após a transferência dos arquivos, da fita para a memória em disco eletrônico, virá a mensagem:

"A seguir sera tracada uma tabela contendo a relacao de variaveis disponiveis ao tracado de curvas. A abscissa e a ordenada devem ser estipuladas digitando os seus codigos. A cte (K), pedida pode ser usada como um fator de conversao de unidades para cada um dos eixos. Aperte a tecla CONT para prosseguir"

Ao se teclar CONT se iniciará o traçado gráfico da tabela. Em uma janela surgirá então a pergunta:

"ESCOLHA X?"

Você deverá escolher o código da variável que deseja analisar. Em seguida virá a pergunta:

"DE K, $X=K*X$?"

Após se entrar com a constante desejada as duas perguntas anteriores se repetirão para a variável Y. São elas:

"ESCOLHA Y?"

"DE K, $Y=K*Y$?"

Caso você entre com códigos de variáveis diferentes daqueles dispostos na tabela surgirá em tela a mensagem "DADOS INCORRETOS. ESPERE ALGUNS SEGUNDOS POR NOVAS PERGUNTAS" e voltará novamente à tabela para nova entrada das variáveis.

Após a entrada correta das variáveis virá na tela a mensagem "EXECUTANDO...AGUARDE" e logo em seguida à busca e alguns cálculos virão em tela as mensagens:

"Menor valor de X lido: (?)"

"Maior valor de X lido: (?)"

"Menor valor de Y lido: (?)"

"Maior valor de Y lido: (?)"

"Baseado nos dados acima escolha os limites do seu gráfico"

"Entre com: (Xmin, Xmax, Ymin, Ymax) que voce escolheu?"

Logo após a entrada dos valores mínimos e máximos de X e Y virão as perguntas:

"Quantas divisoes deseja no eixo X?"

"Quantas divisoes deseja no eixo Y?"

O intervalo das variáveis (Xmin-Xmax ou Ymin-Ymax) será dividido no número de partes pedido e colocará o LABEL correspondente a cada divisão.

Após a resposta à última pergunta surgirá na tela a mensagem: "AGUARDE"

Se iniciará no plotter o traçado da folha de apresentação dos gráficos. Após a colocação do tipo de ensaio virá na tela a pergunta:

"Qual o titulo da amostra?"

Após sua resposta virá a pergunta:

"Qual a profundidade da amostra?"

Após a entrada da profundidade o plotter continuará o traçado da tabela onde se encontram os dados do corpo de prova (e.g. umidade, grau de saturação e etc).

Virá então uma mensagem de "AGUARDE" e os dados lidos em arquivo serão impressos.

Após a impressão dos dados do corpo de prova se terá a pergunta:

"Entre com o titulo do grafico?"

Ao se entrar com o título virá a mensagem de "AGUARDE", o título será impresso e o traçado do gráfico será feito.

Após o traçado gráfico dos n ensaios pedidos virá a pergunta:

"DESEJA TRACAR OUTROS RESULTADOS (S/N)?"

Se você responder N o programa encerra sua execução. Se você responder S virá a pergunta:

"Os resultados serao normalizados (S/N)?"

A partir de agora todo o processo volta a se repetir com a apresentação da tabela, a escolha das variáveis, etc com a única exceção de não ser necessário mais entrar com o título

da amostra e sua profundidade.

Caso se deseje se analisar outra bateria de arquivos deve-se teclar PAUSE e logo em seguida apertar RUN.

Obs.: Deve-se apagar da memória em disco eletrônico os arquivos lá existentes.

h. Programa SERV01

h.1. Finalidade

A finalidade deste programa é apresentar através do plotter HP-7090A os resultados das curvas de adensamento x tempo, seja este em escala logarítmica, raiz ou natural.

h.2. Características

- A entrada de dados é via teclado.
- Permite entrar com no máximo 300 pontos.
- O programa pode ser usado para traçar qualquer tipo de curva de ensaio uma vez que ele permite traçar os resultados em escala natural.

h.3. Rodando o programa SERV01

Carregue o programa SERV01 na memória principal do micro e tecle RUN. Na tela deverão surgir as perguntas:

"ENTRE COM O TITULO DE ENSAIO REALIZADO?"

"DE UNIDADE DA VARIÁVEL NO EIXO X?"

"DE UNIDADE DA VARIÁVEL NO EIXO Y?"

"DE NOME DA VARIÁVEL NO EIXO X?"

"DE NOME DA VARIÁVEL NO EIXO Y?"

"DE TITULO DA AMOSTRA?"

"DE PROFUNDIDADE?"

"DE PRESSÃO?"

Após a entrada destes dados gerais serão pedidos os pontos a serem traçados:

"QUANTOS PONTOS QUER TRACAR?"

Após se entrar com o número de pontos virá uma sequência de mensagens pedindo os pontos. Por exemplo:

"DE O PONTO: 1"

"NA FORMA: X,Y?"

Após a entrada dos pontos virá a pergunta:

"OS GRAFICOS SERAO TRACADOS EM PAPEL (P) OU TRANSPARENCIA (T)?"

Escolha o tipo de folha em que será traçado o gráfico. Se você entrar com uma letra diferente de P ou de T a pergunta se repetirá.

Ao se entrar com a folha desejada, caso não tenha papel no plotter, surgirá na tela, após BEEPs de advertência, a mensagem:

"COLOQUE PAPEL NO PLOTTER"

Caso o plotter já tenha papel ou seja colocado após a advertência o programa perguntará:

"DESEJA VER OS PONTOS DIGITADOS (S/N)?"

Se você responder S a esta pergunta aparecerá na tela:

PONTO

(Número do ponto)

X= (?) ; Y= (?)

K1=> K2<= K3 SAIDA

Use a tecla especial K1 para passar os números.

Use a tecla especial K2 para voltar os números.

Use a tecla especial K3 para sair desta rotina.

Ao se apertar a tecla K3 virá na tela a mensagem:

"DIGITOU DE FORMA ERRADA ALGUM PONTO (S/N)?"

Se você responder S virá na tela a mensagem:

"ENTAO, DE NUMERO DO PONTO ERRADO?"

Ao se entrar com o número do ponto virá a mensagem:

"O valor ATUAL do ponto e: X(ponto)=(?); Y(ponto)=(?)"

"ENTRE COM: X(ponto), Y(ponto)?"

Ao se entrar com os novos valores do ponto o programa perguntará:

"DIGITOU DE FORMA ERRADA OUTRO PONTO (S/N)?"

Se você responder S a sequência acima descrita se repetirá. Se você responder N o programa passa a apresentar em tela:

"VOCE TEM TRES ESCOLHAS:"

"(1) - TRACAR X COMO RAIZ DO TEMPO"

"(2) - TRACAR X COMO LOG. DO TEMPO"

"(3) - TRACAR X e Y EM ESCALA LINEAR"

"QUAL E' A SUA ESCOLHA?"

Entre com o código (1,2 ou 3) correspondente ao traçado desejado. Logo em seguida virá a pergunta:

"DESEJA LIGAR OS PONTOS A SEREM TRACADOS (S/N)?"

Caso você responda N os pontos serão apenas marcados no gráfico, através de uma pequena cruz. Se você responder S os pontos serão unidos, um a um, através de segmentos retos. Após responder a esta pergunta virá:

"DESEJA QUE O EIXO Y ESTEJA AO LONGO DA MAIOR DIMENSAO DO PAPEL (S/N)?"

Faça sua escolha de apresentação lembrando que a colocação do eixo Y na vertical se aplica melhor ao traçado onde o tempo é apresentado na escala raiz. Logo em seguida virá a pergunta:

"DESEJA INVERTER O EIXO Y (S/N)?"

Caso deseje esta inversão, ou seja, os valores crescentes de cima para baixo no gráfico, responda S. Logo em seguida virá a mensagem:

"ENTRE COM Xmin,Xmax,Ymin,Ymax"

"DIGITE NO FORMATO MOSTRADO LOGO ACIMA?"

Entre com os valores pedidos. Na tela surgirão as perguntas:

"QUANTAS DIVISOES QUER NO EIXO Y?"

"DE QUANTO EM QUANTO, DESEJA QUE SEJA COLOCADO UM LABEL NA VERTICAL?"

Caso você tenha escolhido o traçado em escala linear em ambos eixos virão também as perguntas:

"QUANTAS DIVISOES QUER NO EIXO Y?"

"DE QUANTO EM QUANTO, DESEJA QUE SEJA COLOCADO UM LABEL NA HORIZONTAL?"

Após a entrada destes dados se iniciará o traçado gráfico. Na hora de marcar os pontos virá na tela a mensagem:

"COLOQUE NA PENA 3 A COR DA CURVA E ENTAO TECLE >>CONT<<"

Ao se teclar CONT a curva será traçada ponto a ponto (através de pequenas cruces) ou unindo-se os pontos um a um (através de segmentos retos) conforme se tenha pedido anteriormente.

Se você optou por apenas marcar os pontos virá agora a pergunta:

"DESEJA AGORA LIGAR OS PONTOS JA MARCADOS (S/N)?"

Se você responder S esta operação será executada.

Se você optou por ligar os pontos virá agora a pergunta:

"DESEJA AGORA MARCAR OS PONTOS JA LIGADOS (S/N)?"

Se você responder S esta operação será executada.

Caso , em qualquer das duas perguntas anteriores, se tiver respondido N virá a pergunta:

"DESEJA RETRACAR A CURVA,FAZENDO MUDANCAS NOS EIXOS E/OU ESCALA (S/N)?"

Se você responder S o programa retornará à seção em que pergunta:

"OS GRAFICOS SERAO TRACADOS EM PAPEL (P) OU TRANSPARENCIA (T)?"

A partir daí toda a sequência já descrita se repetirá.

Quando se desejar traçar a curva é bom saber que aí se pode fazer mudanças nos pontos já introduzidos. Por exemplo, quando se usar a escala logarítmica, o valor do tempo em nenhum ponto pode ser zero uma vez que isso implicaria em erro e numa possível perda dos pontos já digitados. Deve-se, portanto, aproveitar a seção que permite ver os pontos digitados e corrigí-los.

Caso você não deseje retracar a curva, surgirá na tela a mensagem:

"Ate' mais ver. Disponha sempre!"

Após a exibição desta mensagem a programação estará encerrada.

LISTAGEM DOS PROGRAMAS

PROGRAMA SATURA

```

20 CLEAR @ DISP "Este programa acompanha os ajustes de pressao da fase de SATURA"
40 DISP "CAO e medicao de B. Para se ajustar as pressoes da fase de satu-"
50 DISP "racao a leitura zero deera sertomada com o transdutor na pres-sao atmosferica"
60 DISP " Para medicao do parametro Baleitura inicial devera ser to-"
70 DISP "mada como sendo a CONTRA-PRESSAOja existente. TECLE CONT"
80 PUSE
90 CLEAR @ DISP " Qual a constante do transdutorde pressao( V/KPa/Vin)"
100 INPUT K1
110 DIS " Qual o canal do Vinput";
120 INPUT N1
130 DISP " Qual o canal do Voutput";
140 INPUT N2
150 CLEAR @ DISP " Digite o codigo da fase qe deseja realizar:"
152 DISP " Saturacao: CODIGO 1"
154 DISP " Parametro B: CODIGO 2"
160 INPUT RS
165 IF RS$1,1#"1" AND RS$1,1#"2" THEN DISP "CODIGO INEXISTENTE.AGUARDE" @ WAIT 3000 @ GOTO 150
170 IF RS$1,1#"2" THEN GOSUB 570
180 CLEAR @ DISP " Atencao. Agora sera iniciado oajuste da CONTRA-PRESSAO e de 3"
190 I1
200 DISP @ DISP " Coloque o transdutor de pressaona pressao atmosferica e tecleCONT"
210 PAUSE
220 GOSUB 500
230 DISP "Vin=";V1;" Vout=";V2*10^6
240 DISP "Aceita estas leituras como sehdoleituras ZERO(SIM/NAO)";
250 INPUT RS
255 IF RS#"SIM" AND RS#"NAO" THEN GOTO 240
260 IF RS#"NAO" THEN GOTO 220
270 L1=V1 @ L2=V2
271 DISP "Qual o valor de 3, em kPa, que se deseja";
272 INPUT S3
280 CLEAR @ DISP "Tecle CONT e va' moveno o pote de aplicacao de 3"
290 X=0
300 PAUSE
310 GOSUB 500
320 P=(V2/V1-L2/L1)*10^6/K1
321 IF P(S3-1 OR P)S3+1 THEN GOTO 310
322 BEEP 15,500 @ BEP 20,500 @ BEEP 20,500
330 P=IP(P*100)/100
340 IF X=2 THEN GOTO 370
350 CLEAR @ DISP " 0 valor de 3 desejado e:"
360 GOTO 380
370 DISP " 0 valor da CONTRA-PRESSAO e:"
380 DISP P;" kPa (SIM/NAO)"
390 INPUT RS
400 IF X=2 AND RS#"SIM" THEN OT0 460
410 IF RS#"SIM" THEN X=2
420 IF X=0 THEN GOTO 280
421 IF RS#"NAO" THEN GOTO 430
422 DISP "Qual o valor da CONTRA-PRESSAO, em kPa, que se deseja";
424 INPUT S3
430 CLEAR @ DISP "Tecle CONT e va' movendo o pote de aplicacao da CONTRA-PRESSAO"
440 PAUSE
450 GOTO 310

```

```

460 CLEAR @ DISP USING "3/"
470 DISP " 3 e CONTRA-PRESSAO ajustados." @ DISP @ DISP " INICIAR PROCESSO DE SATURACAO"
480 DISP @ DISP " INICIAR PROCESSO DE SATURACAO"
490 END
500 N=N1 @ GOSUB 930
510 OUTPUT 709 ;"FIR1ZINST1"
520 ENTER 709 ; V1
530 N=N2 @ GOSUB 930
540 OUTPUT 709 ;"FIR-1ZINST1"
550 ENTER 709 ; V2
560 RETURN
570 CLEAR @ DISP " Atencao. Para iniciar a leitura zero da verificacao do parametro"
580 DISP "B tecla CONT"
590 PAUSE
600 GOSUB 500
610 DISP "Vin=";V1;" Vout=";V2*10^6
620 DISP "Aceita estas leituras como sendo leituras zero(SIM/NAO)";
630 INPUT R$
635 IF R$#"SIM" AD R$#"NAO" THEN GOTO 620
640 IF R$#"NAO" THEN GOTO 600
650 L1=V1 @ L2=V2
660 CLEAR @ DISP "Eleve o pote de mercurio que ira aplicar o 3 e tecla CONT"
670 PAUSE
680 GOSUB 500
690 P=(V2/V1-L2/L1)*10^6/K1
700 P=IP(P*100)/100
710 CLEAR @ DISP " O valor de 3 desejado e' : "
720 DISP P;" KPa (SIM/NAO)"
730 INPUT R$
735 IF R$#"SIM" AND R$#"NAO" THEN GOTO 710
740 IF R$#"NAO" THEN GOTO 660
750 S3=P
760 CLEAR @ DISP "Atencao. Apes abrir a torneira 'de aplicacao do 3 tecla CONT '"
770 DISP "para fazer a leitura do u"
780 PAUSE
790 WAIT 500 @ BEEP 150,200
800 GOSUB 500
810 U=(V2/V1-L2/L1)*10^6/K1
820 U=IP(U*100)/100
830 B=U/S3
840 CLEAR @ DISP "Parametro B=";IP(B*100)/100
850 DISP "Deseja outra leitura de B (SIM/NAO)";
860 INPUT R$
865 IF R$#"SIM" AND R$#"NAO" THEN GOTO 850
870 IF R$#"NAO" THEN 890
880 GOTO 800
890 CLEAR @ DISP "Deseja outra fase de SATURACAO (SIM/NAO)"
900 INPUT R$
905 IF R$#"SIM" AND R$#"NAO" THEN GOTO 890
910 IF R$#"NAO" THEN CLEAR @ DISP "INICIAR NOVA ETAPA DE ENSAIO" @ STOP
920 GOTO 180
930 IF N)=10 THEN GOTO 1050
940 ON N+1 GOTO 950,960,970,980,990,1000,1010,1020,1030,1040
950 OUTPUT 709 ;"CLS0" @ RETURN
960 OUTPUT 709 ;"CLS1" @ RETURN
970 OUTPUT 709 ;"CLS2" @ RETURN
980 OUTPUT 709 ;"CLS3" @ RETURN
990 OUTPUT 709 ;"CLS4" @ RETURN
1000 OUTPUT 709 ;"CLS5" @ RETURN

```

```
1010 OUTPUT 709 ;"CLS6" @ RETURN
1020 OUTPUT 709 ;"CLS7" @ RETURN
1030 OUTPUT 709 ;"CLS8" @ RETURN
1040 OUTPUT 709 ;"CLS9" @ RETURN
1050 ON N-9 GOTO 1060,1070,1080,1090,1100,1110,1120,1130,1140,1150
1060 OUTPUT 709 ;"CLS10" @ RETURN
1070 OUTPUT 709 ;"CLS11" @ RETURN
1080 OUTPUT 709 ;"CLS12" @ RETURN
1090 OUTPUT 709 ;"CLS13" @ RETURN
1100 OUTPUT 709 ;"CLS14" @ RETURN
1110 OUTPUT 709 ;"CLS15" @ RETURN
1120 OUTPUT 709 ;"CLS16" @ RETURN
1130 OUTPUT 709 ;"CLS17" @ RETURN
1140 OUTPUT 709 ;"CLS18" @ RETURN
1150 OUTPUT 709 ;"CLS19" @ RETURN
```

PROGRAMA CONSOL

```

10 A=0
20 DIM D$(32)
30 CLEAR @ DISP "Qual a data de realizacao desta fase (DD/MM/AA)"
40 INPUT D$
50 CLEAR @ DISP "Qual impressora sera utilizada MONICA ou MICRO"
60 INPUT P$
70 IF P$="MONICA" AND P$="MICRO" THEN GOTO 50
80 IF P$="MONICA" THEN PRINTER IS 10 ELSE PRINTER IS 2
90 DIM V1(135),V2(135),V(135),T(135)
100 CLEAR @ DISP "      A finalidade deste programa"
110 DISP "e' fazer o acompanhamento da pri"
120 DISP "meira etapa dos Ensaio Triaxi-"
130 DISP "ais CU e CD em que se deseja fa-"
140 DISP "zer uso do micro HP-85"
150 DIM I$(32),C$(32),Z$(32),O$(32)
180 DISP "Deseja intervalos de tempo em:"
190 DISP "  Logaritmo: CODIGO L"
200 DISP "  Raiz: CODIGO R"
20 INPUT T0$
220 IF T0$[1,1]H"L" AND T0$[1,1]H"" THEN DISP T0$;"AGUARDE" @ WAIT 3000 @ GOTO 180
230 DISP "Qual o tempo total, em minutos, que vai durar esta fase(>=1min.)"
240 INPUT T9
242 DISP "Entre com o tpo de fase:"
244 DISP "Compressao: CODIGO C"
246 DISP "Expansao: CODIGO E"
248 INPUT F$
250 IF T0$="L" THEN N9=CEIL(LGT(T9*10)/.05) @ GOTO 260
255 N9=CEIL(QR(T9*60)/SQR(96400/7225))
260 ! Identificacao da amostra
270 !
280 IMAGE 32("W")
290 DISP "Identificaca da Amostra";
300 INPUT I$
310 DISP "Profundidade";
320 INPUT Z$
330 DISP "Corpo de Prova";
340 INPUT C$
350 DISP "Operador";
360 INPUT O$
370 DISP "Tipo de Ensaio ( CU / CD )";
380 INPUT T$
390 DISP "Altura inicial do Corpo de Prova em centimetro";
400 INPUT H0
410 DISP "Diametro inicial do Corpo de Proa em centimetro";
420 INPUT D0
430 A0=3.14*D0^2/4
440 A0=IP(A0*100)/100
450 V0=H0*A0
460 V0=IF(V0*100)/100
470 DISP "Constante do Medidor de Variacao de Volume (mV/cm3/Vinput)";
480 INPUT K1
490 K1=IP(K1*10^4)/10^4
500 DISP "Canal Vinput do Medidor de Variacao de Volume";
510 INPUT N1
520 DISP "Canal Voutput do Medidor de Variacao de Volume";
530 INPUT N2

```



```

540 DISP "Constante do transdutor de Poro Pressao ( V/KPa/Vinput)";
550 INPUT K2
560 DISP "Canal Vinput do transdutor de Poro Pressao";
570 INPUT N3
580 DISP "Canal Voutput do transdutor de Poro Pressao";
590 INPUT N4
600 PRINT USING 280
610 PRINT @ PRINT "          ENSAIO TRIAXIAL"
620 PRINT "          ";T%
630 PRINT "          FASE DE ADENSAMENTO "
640 PRINT @ PRINT USING 280
650 PRINT "Data: ";D%
660 PRINT USING 280
670 PRINT USING 680 ; I%
680 IMAGE "Amostra:","/,32A
690 PRINT USING 700 ; C%
700 IMAGE "Corpo de Prova:","/,32A
710 PRINT USING 720 ; Z%
720 IMAGE "Profundidade:","/,32A
730 PRINT USING 740 ; O%
740 IMAGE "Operador:","/,32A
750 PRINT USING 280
760 PRINT "Condicoes iniciais do C.P.:" @ PRINT
770 PRINT USING 780 ; H0,D0,V0
780 IMAGE 1/,"H0=" ,DDD.DD," cm",/,"D0=" ,DDD.DD," cm",/,"V0=" ,DDD.DD," cm3"
790 PRINT USING 280
800 PRINT "Constante do Medidor de Variacao de Volume:"
810 PRINT USING 820 ; K1
820 IMAGE 1/ ,DDD.DDDD," mV/cm3/Vinput"
830 PRINT "Constante do transdutor de Poro Pressao:"
840 PRINT USING 850 ; K2
850 IMAGE 1/ ,DDD.DDDD," V/KPa/Vinput"
860 PRINT
870 PRINT USING 280
880 PRINT "CANAL do Conversor A/D:"
890 PRINT @ PRINT "Transdutor  Vinput  Voutput"
900 PRINT
910 PRINT USING 920 ; 1,N2
920 IMAGE "M.V.Volume",4X,DD,8X,DD
930 PRINT USING 940 ; N3,N4
940 IMAGE "P.Pressao",5X,DD,8X,DD
950 CLEAR @ DISP "      Qual o valor de Sigma3 da fase de Consolidacao";
960 INPUT S3
970 PRINT USING 280
980 PRINT @ PRINT USING 990 ; S3
990 IMAGE "Sigma3= ",DDD," KPa"
1000 PRINT USING 280
1010 PRINT " TEMPO      INPT  OUTPUT VARIACAO"
1020 PRINT "LEITURA   LIDO   LIDO   VOLUME"
1030 PRINT "( min )    (Vdc)   (mV)   (cm3) "
1040 PRINT USING 1050
1050 IMAGE 32(" - ")
1060 PRINT
1070 CLEAR @ DISP " Agora sera iniciado o ajuste de Sigma3."
1080 DISP "Qual o valor de CONTRA-PRESSAO final que foi dado ao C.P.(KPa)"
1090 INPUT C0
1100 DISP " Ponha o transdutor na pressao atmosferica e tecle CONT"
1110 PAUSE
1120 I=1 @ J=0
1130 GOSUB 1760

```

```

1140 IF I>1 THEN GOTO 1220
1150 DISP "Transdutor de Pressao:"
1160 DISP "Vin=";P1;"Vout=";P2*1000
1170 DISP "Leitura zero efetuada (SIM/NAO)";
1180 INPUT R$
1190 IF R$="SIM" AND R$="NAO" THEN GOTO 1170
1200 IF R$="NAO" THEN GOTO 1120
1210 IF I=1 THEN L1=P1 @ L2=P2 @ I=I+1 @ GOTO 1290
1220 S3=(P2/P1-L2/L1)*10^6/K2
1230 S3=IP(S3*10)/10-C0
1240 CLEAR @ DISP "      0 valor de Sigma3 e'";S3;" KPa (SIM/NAO)";
1250 INPUT R$
1260 IF R$="SIM" AND R$="NAO" THEN GOTO 1240
1270 IF R$="SIM" THEN DISP "Sigma3 ajustado.AGUARDE" @ WAIT 3000 @ GOTO 1330
1280 !
1290 CLEAR @ DISP "  Ponha o pote de mercurio a uma"
1300 DISP "altura proxima de Sigma3 e aperte a tecla CONT"
1310 PAUSE
1320 GOTO 1130
1330 CLEAR @ DISP "  Para iniciar a leitura zer do"
1340 DISP "Medidor de Variacao de Volume tecle CONT"
1350 A=1
1360 PAUSE
1370 GOSUB 1690
1380 DISP "Medidor de Var. de Volume:"
1390 DISP "Vin=";V1(0);"Vout=";V2(0)*1000
1400 DISP "Leitura zero efetuada(SIM/NAO)";
1410 INPUT R$
1420 IF R$="SIM" AND R$="NAO" THEN GOTO 1400
1430 IF R$="NAO" THEN GOTO 1370
1440 T1=0 @ D=0 @ V(0)=0 @ T(0)=0
1450 P=(P2/P1-L2/L1)*10^6/K2-C0
1460 GOSUB 1890
1470 CLEAR @ DISP "  ATENCAO. Apos apertar a tecla"
1480 DISP "CONT, decorridos 10 segundos, vc"
1490 DISP "ce ouvira um sinal sonoro, ao final do qual devera ser ligada a"
1500 DISP "torneira de aplicacao de Sigma3e consequente drenagem do C.F."
1510 DISP "Se ao final do sinal sonoro ain-da nao tiver sido aberta a tor-"
1520 DISP "neira de aplicacao de Sigma3, e 'RESET' e reinicie uma nova en -"
1530 DISP "trada de dados"
1540 DISP @ DISP "Tecle CONT para iniciar o processo de consolidacao da amostra."
1550 PAUSE
1560 WAIT 10000
1570 BEEP 180,200
1580 SETTIME 0,0
1590 CLEAR @ DISP USING 1600
1600 IMAGE 6/,"  ENSAIO EM ANDAMENTO.",5/,"  FAVOR NAO MEXER"
1610 IF T0$="L" THEN T=LBST(T9*10)/(N9-1) @ GOTO 1630
1620 =SQRT(T9*60)/N9
1630 A=2
1640 FOR J=1 TO N9
1642 IF T0$="R" THEN GOTO 1648
1644IF J<=20 THEN T1=6+3*(J-2) @ GOTO 1670
1646 T1=6*10^(T*(J-1)) @ GOTO 1670
1648 IF J<3 THEN T1=6*J^2 @ GOTO 1670
1650 IF T0$="L" THEN T1=(T*J)^2 @ GOTO 1670
1660 T1=(T*J)^2
1665 IF TIME+DATE*86400)=T9*60 THEN GOTO 1690
1670 IF TIME+DATE*86400)=T1 THEN GOTO 1690

```

```

1680 GOTO 1665
1690 N=N1 @ GOSUB 2100
1700 OUTPUT 709 ; "F1R1Z1NST1"
1710 ENTER 709 ; V1(J)
1720 N=N2 @ GOSUB 2100
1730 OUTPUT 709 ; "F1R-1Z1NST1"
1740 ENTER 709 ; V2(J)
1750 IF A=1 THEN RETURN ELSE GOTO 1840
1760 N=N3 @ GOSUB 2100
1770 OUTPUT 709 ; "F1R1Z1NST1"
1780 ENTER 709 ; P1
1790 N=N4 @ GOSUB 2100
1800 OUTPUT 709 ; "F1R-1Z1NST1"
1810 ENTER 709 ; P2
1820 IF J>0 THEN 1840
1830 RETURN
1840 D=(V2(J)/V1(J)-V2(J-1)/V1(J-1))*1000/K1
1850 IF D=0 THEN V(J)=V(J-1)+D @ GOTO 1890
1860 V(J)=V(J-1)-D
1880 T(J)=T1/60
1890 PRINT USING 1900 ; T(J),V1(J),V2(J)*10^3,V(J)
1900 IMAGE DDDD.DD,2X,3D.3D,1X,3D.3D,2X,2D.3D
1910 IF T1=0 THEN RETURN
1920 NEXT J
1925 IF F5="E" THEN V1=IP((V0+V(N9))*1000)/1000 @ GOTO 1940
1930 V1=IP((V0-V(N9))*1000)/1000
1940 E=V(N9)/V0/3
1950 IF F5=" " THEN H1=IP(H0*(1+E)*100)/100 @ GOTO 1970
1960 H1=IP(H0*(-E)*1000)/1000
1970 A1=IP(V1/H1*1000)/1000
1975 D1=SQR(4*A1/3.1416)
1980 PRINT USING 200
1990 PRINT @ PRINT "Novos valores de H,A e V:"
2000 PRINT
2010 PRINT USING 2020 ; H1
2020 IMAGE "Altura final: ",2D.2D," cm"
2024 PRINT USING 2026 ; D1
2026 IMAGE "Diam. final: ",2D.2D," cm"
2030 PRINT USING 2040 ; A1
2040 IMAGE "Area final: ",2D.3D," cm2"
2050 PRINT USING 2060 ; V1
2060 IMAGE "Volume final: ",3D.3D," cm3"
2070 PRINT USING 200
2080 PRINT
2090 GOSUB 2530
2100 !
2110 ! ROTINA PARA FECHAMENTO
2120 ! DOS CANAIS DO CONVERSOR
2130 ! PARA LEITURA DOS
2140 ! TRANSDUTORES
2150 IF N>10 THEN GOTO 2300
2160 !
2170 ! PARA O SLOT 0
2180 !
2190 ON N+1 GOTO 2200,2210,2220,2230,2240,2250,2260,2270,2280,2290
2200 OUTPUT 709 ; "CLS0" @ RETURN
2210 OUTPUT 709 ; "CLS1" @ RETURN
2220 OUTPUT 709 ; "CLS2" @ RETURN
2230 OUTPUT 709 ; "CLS3" @ RETURN

```

```

2240 OUTPUT 709 ; "CLS4" @ RETURN
2250 OUTPUT 709 ; "CLS5" @ RETURN
2260 OUTPUT 709 ; "CLS6" @ RETURN
2270 OUTPUT 709 ; "CLS7" @ RETURN
2280 OUTPUT 709 ; "CLS8" @ RETURN
2290 OUTPUT 709 ; "CLS9" @ RETURN
2300 !
2310 ! PARA O SLOT 1
2320 !
2330 ON N-9 GOTO 2340,2350,2360,2370,2380,2390,2400,2410,2420,2430
2340 OUTPUT 709 ; "CLS10" @ RETURN
2350 OUTPUT 709 ; "CLS11" @ RETURN
2360 OUTPUT 709 ; "CLS12" @ RETURN
2370 OUTPUT 709 ; "CLS13" @ RETURN
2380 OUTPUT 709 ; "CLS14" @ RETURN
2390 OUTPUT 709 ; "CLS15" @ RETURN
2400 OUTPUT 709 ; "CLS16" @ RETURN
2410 OUTPUT 709 ; "CLS17" @ RETURN
2420 OUTPUT 709 ; "CLS18" @ RETURN
2430 OUTPUT 709 ; "CLS19" @ RETURN
2440 !
2450 ! FIM DA ROTINA DE
2460 ! FECHAMENTO DOS
2470 ! CANAIS
2480 !
2530 DISP "Deseja tracar no Plotter a curva  $V \times Raiz(t)$  (SIM/NAO)";
2540 INPUT R$
2550 DIM R9$[64]
2560 IF R$="NAO" THEN CLEAR @ DISP "FASE DE ADENSAMENTO CONCLUIDA" @ STOP
2570 PRINTER IS 705
2580 PRINT "IN;";
2590 PRINT "IW -300,-100,11300,7600;";
2600 PRINT "IP 112,348,10564,7583;";
2610 PRINT "IZ 112,348,10564,7583;";
2620 PRINT "SL 0.577;";
2630 PRINT "SC0,260,10,190;";
2640 PRINT "SP1;GL1,1;060;";
2650 PRINT "PA170,40;P0;PR0,150;PU;";
2660 PRINT "PA0,175;PD;PR170,0;PU;";
2670 PRINT "PA 170,180;";
2680 PRINT "LE";"          ENSAIO TRIAXIAL ";"";"";"
2690 PRINT "PA 170,175;SI0.1556,0.223;";
2700 PRINT "LB ";TS;"";"";"";"
2710 PRINT "PA 170,170;PD;PR90,0;";
2720 PRINT "PU;PA 170,165;";
2730 PRINT "LB Amostra :";"";"";"
2740 PRINT "PA 170,160;";
2750 PRINT "LB ";IS;"";"";"";"
2760 PRINT "PA 170,155;";
2770 PRINT "LB Corpo de prova :";"";"";"
2780 PRINT "PA 170,150;";
2790 PRINT "LB ";CS;"";"";"";"
2800 PRINT "PA 170,145;";
2810 PRINT "LB Profundidade :";"";"";"
2820 PRINT "PA 170,140;";
2830 PRINT "LB ";ZS;"";"";"";"
2840 PRINT "PA 170,135;";
2850 PRINT "LB Operador :";"";"";"
2860 PRINT "PA 170,130;";

```

```

2870 PRINT "LB ";05;" ";";"
2880 PRINT "FA 170,125;PD;PR90,0;PU;"
2890 PRINT "PA 170,120;"
2900 PRINT "LB Condicoes iniciais do CP:";" ";";"
2910 PRINT "PA 170,115;"
2920 PRINT "LB H0= ";H0;" cm";"";" ";"
2930 PRINT "PA 170,110;"
2940 PRINT "LB A0= ";A0;" cm2";"";" ";"
2950 PRINT "PA 170,105;"
2960 PRINT "LB V0= ";V0;" cm3";"";" ";"
2970 PRINT "PA 170,100;PD;PR90,0;PU;"
2980 PRINT "PA 170,95;"
2990 PRINT "LB Constantes dos transdutores:";" ";";"
3000 PRINT "PA 170,90;"
3010 PRINT "LB H.V.Vol.= ";K1;" mV/cm3/Vin";"";" ";"
3020 PRINT "PA 170,85;"
3030 PRINT "LB Pres.= "&VAL$(K2)&" microV/KPa/Vin";"";" ";"
3040 PRINT "PA 170,80;PD;PR90,0;PU;"
3050 PRINT "PA 170,75;"
3060 PRINT "LB Sigma3 = ";S3;" KPa";"";" ";"
3070 PRINT "PA 170,70;"
3080 PRINT "LB Contra Pres.= ";C0;" KPa";"";" ";"
3090 PRINT "PA 170,65;PD;PR90,0;PU;"
3100 PRINT "PA 170,60;"
3110 PRINT "LB Condicoes finais do CP:";" ";";"
3120 PRINT "PA 170,55;"
3130 PRINT "LB Hf= ";H1;" cm";"";" ";"
3140 PRINT "PA 170,50;"
3150 PRINT "LB Af= ";A1;" cm2";"";" ";"
3160 PRINT "PA 170,45;"
3170 PRINT "LB Vf= ";V1;" cm3";"";" ";"
3180 PRINT "PA 170,40;PD;PR90,0;PU;"
3190 PRINT "PA 170,17;"
3200 OUTPUT 705 ;"LB                                Realizado em :           ";D5;" ";";"
3210 PRINT "PU;L014;SP2;"
3220 PRINT "SI 0.278,0.4;"
3230 PRINT "PA 85,187;"
3240 R95="Tempo (min) x Var. de Vol. (cm3)"
3250 PRINT "LB";R95;" ";";"
3260 PRINT "SI 0.14,0.201;SP1;"
3270 PRINT "PA 85,176;"
3280 PRINT "LB Fase de Adensamento";"";" ";"
3290 PRINT "IP 514,750,6946,6782;"
3300 PRINT "IZ 514,750,6946,6782;"
3310 PRINT "GL1,1;DB0;"
3330 CLEAR
3350 DISP "ENTRE COM Tmin,Tmax, Vmin, Vmax. DIGITE NO FORMATO MOSTRADO LOGO ACIMA"
3360 DISP "* OBS:Tempo em minutos"
3370 DISP "** OBS:Volume em 3"
3380 INPUT T0,19,P9,P0
3390 P0=-P0
3400 P9=-P9
3410 DISP "DE QUANTO EM QUANTO,DESEJA QUE SEJA COLOCADO UM LABEL NA VERTI-CAL"
3420 INPUT D4
3430 FOR I=5 TO 0 STEP -1
3440 IF ABS(P9)*10^I>32000 OR ABS(P0)*10^I>32000 THEN M=10^(I-1)
3450 NEXT I
3460 FOR I=-6 TO 6
3470 IF 10^I<TS THEN W1,W2=10^I

```

```

3480 IF 10^(I+1)>T9 THEN 3510
3490 NEXT I
3500 W1=T9 @ W2=10^(LGT(T9)+1)
3510 X9=(IP(T9/W2)+1)*W1
3520 FOR I=-8 TO 4
3530 IF 10^I<T0 THEN Q1,Q2=10^I
3540 IF 10^(I+1)>T0 THEN 3570
3550 NEXT I
3560 Q1=T0 @ Q2=T0/2
3570 IF T0=0 THEN X8=.02 ELSE X8=(IP(T0/Q2)-1)*Q1
3580 FOR I=5 TO 0 STEP -1
3590 IF SQR(X9)*10^I>32000 THEN N=10^(I-1)
3600 NEXT I
3610 IF T0=0 THEN L0=0 ELSE L0=SQR(X8)*N
3620 L1=SQR(X9)*N
3630 V0=IP(P0*M)
3640 V1=IP(P9*M)
3650 DISP "DESEJA UMA NUMERACAO NA ESCALA DE Tempo,SIM OU NAO"
3660 INPUT C3$
3670 PRINT "SC";IP(L0);", ";IP(L1);", ";V0;"; ";V1;";"
3680 D5=2*(V1-V0)/(D4*M)
3690 PRINT "GL";VAL$(1);", ";VAL$(D5);";"
3700 PRINT "SP2;"
3710 PRINT "LOG;PD;D6;"
3720 Z=IP(LGT(X9))
3730 Z1=IP(LGT(X8))
3740 P1=X9
3750 FOR J=1 TO Z-Z1+2
3760 PRINT "DI.004,127.999;"
3770 PRINT "SI.0073,.1265;"
3780 PRINT "PU;"
3790 IF P1<=1 AND X9>200 THEN K=-2 ELSE K=-1
3800 FOR I=P1 TO 10^Z STEP K*10^Z
3810 IF I<X8 THEN 3910
3820 PRINT "PA"&VAL$(IP(N*SQR(I)))&","&VAL$(V0)&";PD;"
3830 IF I=P1 AND C3$(1,1)="C" THEN PRINT "LB";VAL$(I)&" ";";";"
3840 PRINT "PA"&VAL$(IP(N*SQR(I)))&","&VAL$(V0)&";PD;"
3850 PRINT "PR0,";V1-V0;";"
3860 PRINT "PR0,";V0-V1;";"
3870 NEXT I
3880 P1=10^Z
3890 Z=Z-1
3900 NEXT J
3910 IF T0#0 THEN 3940
3920 PRINT "PU;PA0,"&VAL$(V0)&";"
3930 PRINT "B0 ";";";"
3940 PRINT "DI;SI0.1309,0.1897;"
3950 PRINT "PU;L07;SP1;"
3960 PRINT "PA";VAL$(L0);", ";VAL$(V0);";"
3970 FOR I=V0 TO V1 STEP D4*M
3980 PRINT "PU;"
3990 PRINT "PA";VAL$(IP(L0));", ";VAL$(I);";"
4000 PRINT "LB";VAL$(-(I/M))&" ";";";"
4010 NEXT I
4030 PRINT "PU;SI;SL;SP3;"
4050 FOR I=0 TO N9
4060 F7=Y(I)
4070 PRINT "PA";IP(SQR(F7)*N);", ";IP(V(I)*M*(-1));";"
4080 PRINT "PD;"

```

```
4080 PRINT "PD;"
4090 NEXT I
4100 PRINT "PU;"
4130 STOP
4140 END
```

PROGRAMA TRI100

```

10 DISP "atualizacao em 30/11/87 as 15:30"
34 DISP "Entre com a data de realizacao do ensaio(DD/MM/AA)";
36 INPUT D$
40 !
70 DIM P9(100),E(100),S(100)
80 DIM I$(32),C$(32),Z$(32),O$(32)
85 P8=0 @ I3=0
90 PRINTER IS 2
100 K1=100
110 H0=7.12 @ D0=3.56
120 K2=12.532
130 K3=10.3262
140 K4=1 @ K5=100
160 DISP "Quantas leituras deseja que se-jam feitas(=<100)";
180 INPUT X
190 ON KEY# 1,"L V D T" GOSUB 350
200 ON KEY# 2,"LOADCEL" GOSUB 490
210 ON KEY# 3,"TIPO" GOSUB 640
220 ON KEY# 4,"CELPRES" GOSUB 820
230 ON KEY# 5,"SIGMA3" GOSUB 1050
240 ON KEY# 6,"H0A0V0" GOSUB 1170
250 ON KEY# 7,"SAIDA" GOSUB 1340
260 CLEAR @ KEY LABEL
270 DISP @ DISP "Programa para calculo" @ DISP "de ensaios triaxiais"
280 DISP "      UU e CU"
290 DISP @ DISP @ DISP "Aperte tecias chaves" @ DISP "(K1,K2,K3,K4,K5,K6,K7)"
300 DISP
310 DISP "Ver esquema de funcad"
320 DISP "das chaves abaixo"
330 GOTO 330
340 !
350 CLEAR
360 DISP "Valor da constante em mV/mm do LVDT "
400 INPUT K1
410 CLEAR @ DISP USING "7(/)"
420 DISP "CANAL Voutput LVDT"
430 INPUT N2
440 CLEAR @ DISP USING "7(/)"
450 DISP "APERTE TECLA K2"
460 !
470 RETURN
480 !
490 CLEAR
500 DISP "Valor da constante da celul de carga em mV/N";
540 INPUT K2
550 CLEAR @ DISP USING "8(/)"
590 DISP "CANAL Voutput CARGA"
590 INPUT N4
600 CLEAR @ DISP USING "8(/)"
610 DISP "APERTE TECLA K3"
620 !
630 RETURN
640 CLEAR
650 DISP "Entre com o tipo de ensaio a ser calculado"
660 DISP "<UU/CU>"
670 INPUT T$

```



```

680 IF T5="CU" THEN GOTO 700
690 GOTO 760
700 CLEAR @ DISP " Este programa nao faz o acompanhamento da fase de consolida-"
710 DISP "cao do ensaio triaxial CU. Caso esta fase ja tenha sido realiza-"
720 DISP "da calcule os novos valores de H0 e D0 e tecie CONT. Se dese-"
730 DISP "jar fazer o acompanhamento com oicro queira carregar na memoria"
740 DISP "o programa CONSOL."
750 PAUSE
760 CLEAR @DISP USING "8(/)"
770 !
780 DISP "APERTE TECLA K4"
790 !
800 RETURN
810 !
820 CLEAR
830 DISP "A celula de pressao sera utiliza"
840 DISP "da para medir o Sigma3 e/ou a Poro Pressao"
850 DISP "Havera' medicao de Poro Pressao(SIM/NAO)?"
860 INPUT M5
870 CLEAR
880 IF M5="NAO" THEN DISP "Ensaio sem medicao de Poro Pres-sao"
890 DISP "Constante da celula de pressao em V/KPa/Vinput"
930 INPUT K3
940 CLEAR @ DISP USING "8(/)"
950 DISP "CANAL Vinput PRESSAO"
960 INPUT N5
970 DISP "CANAL Voutput PRESSAO"
980 INPUT N6
990 CLEAR @ DISP USING "8(/)"
1000 DISP "APERTE TECLA K5"
1010 !
1020 RETURN
1030 !
1040 !
1050 CLEAR
1060 DISP "Valor de igma3 em KPa"
1100 INPUT K5
1110 GOSUB 6390
1120 !
1130 CLEAR @ DISP USING "8(/)"
1140 DISP "APERTE TECLA K6"
1150 RETURN
1160 !
1170 CLEAR
1180 DISP "Entre com velocidade da prensa em mm/min"
1190 INPUT V
1200 DISP "Entre com deformacao especifica maxima em %"
1210 INPUT D
1220 DISP "Entre com os valores de H0 e D0do C.P. em centimetros";
1260 INPUT H0,D0
1270 A0=IP(314*D0^2/4)/100
1275 V0=IP(A0*H0*100)/100
1280 CLEAR @ DISP USING "8(/)"
1290 DISP "APERTE TECLA K7 PARA INICIAR O"
1300 DISP "PROCESSAMENTO DA AQUISICAO "
1310 DISP " DE DADOS "
1320 RETURN
1330 !
1340 GOSUB 4970

```

```

1350 !
1360 CLEAR
1370 !
1380 PRINTER IS 2
1390 GOSUB 1580
1400 !
1410 R1$="ZERO" @ T1,T3,T4=0
1420 DISP USING "4(/)"
1430 DISP "      AJUSTE DOS TRANSDUTORES"
1440 DISP USING "4(/)"
1450 DISP "PARA DEFINICAO DAS LEITURAS ZERO"
1460 DISP USING "4(/)"
1470 DISP "Deseja imprimir este ajuste S/N"
1480 !
1490 INPUT R$
1500 IF R$="N" THEN PRINTER IS 1 ELSE PRINTER IS 2
1510 !
1520 GOTO 2020
1530 !
1540 !      IMPRESSAO
1550 !      DO
1560 !      CABECALHO
1570 !
1580 PRINT "tempos"
1590 PRINT USING 4400
1600 !
1610 PRINT USING 1620
1620 IMAGE "      leitura nos transdutores"
1630 PRINT USING 1640
1640 IMAGE 6X,"desloc",4X,"carga",4X,"p.pres."
1650 PRINT USING 1660
1660 IMAGE "  ti  ", "( mV )", 4X, "(mV) ", 5X, "( V )"
1670 PRINT USING 1680
1680 IMAGE "  t  ", 27(" - ")
1690 PRINT USING 1700
1700 IMAGE "  tf  ", "desloc", 4X, "carga", 4X, "Vinput"
1710 PRINT USING 1720
1720 IMAGE 6X, " (cm) ", 4X, " (N) ", 4X, "(Vdc)"
1730 PRINT USING 1740
1740 IMAGE 5X, 27(" - ")
1770 PRINT USING 1780
1780 IMAGE 6X, "def.esp.", 2X, " d ", 4X, "p.pres."
1790 PRINT USING 1800
1800 IMAGE 7X, " (X)", 5X, "(KPa)", 4X, "(KPa)"
1810 PRINT USING 1740
1820 !
1830 PRINT USING 1840
1840 IMAGE 6X, "  i  ", 4X, "  3  ", 2X, " 1/ 3"
1880 !
1890 PRINT USING 1900
1900 IMAGE 7X, "(KPa)", 4X, "(KPa)"
1930 PRINT USING 1740
1940 PRINT USING 1950
1950 IMAGE 9X, "P", 8X, "Q", 7X, " A"
1960 PRINT USING 1970
1970 IMAGE "      (KPa) ", " (KPa) "
1980 !
1990 PRINT USING 4400
2000 !

```

```

2010 RETURN
2020 !
2030 J=0
2040 !
2050 GOSUB 3860
2060 !
2070 DISP "Ajuste L0 efetuado(S/N)"
2080 !
2090 INPUT R$
2100 IF R$="N" THEN GOTO 2030
2110 R1$="ZERO" @ T1,T3,T4=0
2120 PRINTER IS 2 @ GOSUB 3860
2130 !
2140 R1$="CHECK" @ T1,T3,T4=0
2150 DISP "Serao feitas 3 leituras.      "
2160 DISP "Deseja imprimir este check de  "
2170 DISP "estabilidade da leitura zero S/N"
2180 !
2190 INPUT R$
2200 IF R$="N" THEN PRINTER IS 1 ELSE PRINTER IS 2
2210 !
2220 FOR I=1 TO 3
2230 J=1
2240 GOSUB 3860
2250 NEXT I
2270 R1$="" @ PRINTER IS 2
2280 !
2290 CLEAR
2300 DISP USING "7(/)"
2310 DISP "TUDO PRONTO PARA INICIAR ENSAIO"
2320 DISP "(S/N)"
2330 DISP "      Ants de responder a esta "
2340 DISP "questao, favor fazer uma ulti- "
2350 DISP "ma verificacao dos instrumentos"
2360 INPUT R$
2370 IF R$="N" THEN GOTO 2290
2380 !
2390 DISP "Inicializando o sistema"
2400 DISP
2410 DISP "AC FINAL"
2420 DISP "DO PRIMEIRO SINAL SONORO : "
2430 DISP
2440 DISP "      LIGUE A PRENSA"
2450 DISP USING "2(/)"
2460 DISP "AOS FINAIS"
2470 DISP "DOS SINAI SONOROS SEGUINTE:"
2480 DISP
2490 DISP "      SERAO DISPARADAS AS LEITURAS"
2500 DISP
2510 DISP "Sinal sonoro para ligar a prensa"
2520 DISP "      em 15 seconds"
2530 WAIT 15000
2540 GOSUB 3860
2550 !
2560 J=0 @ T8=2.035
2570 !
2580 CLEAR @ DISP USING "2(/)"
2590 DISP "ATENCAO : "

```

```

2600 DISP USING "2(/)"
2610 DISP "HP-35 NAO LIBERADO PARA USUARIOS"
2620 DISP USING "4(/)"
2630 DISP " SISTEMA DE AQUISICAO DE DADOS "
2640 DISP USING "4(/)"
2650 DISP "          FUNCIONANDO"
2660 !
2670 Y0=P9(0)
2680 XE,Y0,Z0=-INF
2695 T0=2.035
2710 H1=0
2720 E=6*H0*D/(V*X*2.5)
2735 FOR K=1 TO 4
2740 FOR L=1 TO X/4
2745 SETTIME 0,0
2755 H1=TIME+T0
2760 IF H1<E*K THEN GOTO 2745
2770 GOSUB 3810
2800 GOSUB 5580
2810 NEXT L
2820 NEXT K
2840 PRINT USING "3(/)"
2850 COPY
2870 : ROTINA DE GRAVACAO
2880 !
2890 CLEAR
2900 DISP USING "6(/)"
2910 DISP "ENSAIO TERMINADO"
2920 DISP "PARA GRAVAR OS DADOS COLOQUE"
2930 DISP " 2 CARTUCHO E TECLE CONT"
2940 PAUSE
2950 DISP "ENTRE COM NOME DO ARQ A SER GRA-"
2960 DISP "VADO - ATE' 6 CARACTERES"
3000 INPUT A$
3010 CREATE A$,10,1024
3020 ASSIGN# 1 TO A$
3030 !
3040 PRINT# 1,1 ; I$,Z$,C$,O$,T$,M$,D$
3050 PRINT# 1,2 ; H0,A0,V0,X
3060 PRINT# 1,3 ; K1,K2,K3
3070 PRINT# 1,4 ; K5,IP(E(X)*100)/100,V
3080 PRINT# 1,5 ; P9()
3100 PRINT# 1,6 ; S()
3110 PRINT# 1,7 ; E()
3111 ASSIGN# 3 TO "DADOS3.ED"
3112 FOR K=0 TO X
3113 READ# 3 ; S(K),E(K)
3114 NEXT K
3120 PRINT# 1,8 ; S()
3130 PRINT# 1,9 ; E()
3131 ASSIGN# 3 TO *
3132 ASSIGN# 4 TO "DADOS4.ED"
3133 FOR K=0 TO X
3134 READ# 4 ; S(K),E(K)
3135 NEXT K
3140 PRINT# 1,10 ; S()
3150 PRINT# 1,11 ; E()
3151 ASSIGN# 4 TO *
3152 ASSIGN# 5 TO "DADOS5.ED"

```

```

3153 FOR K=0 TO X
3154 READ# 5 ; S(K),E(K)
3155 NEXT K
3160 PRINT# 1,12 ; S()
3170 PRINT# 1,13 ; E()
3171 ASSIGN# 5 TO *
3172 ASSIGN# 6 TO "DADOS6.ED"
3173 FOR K=0 TO X
3174 READ# 6 ; S(K),E(K)
3175 NEXT K
3176 PRINT# 1,14 ; S()
3177 PRINT# 1,15 ; E()
3178 ASSIGN# 6 TO *
3179 ASSIGN# 7 TO "DADOS7.ED"
3180 FOR K=0 TO X
3181 READ# 7 ; S(K),E(K)
3182 NEXT K
3183 PRINT# 1,16 ; S()
3184 PRINT# 1,17 ; E()
3185 ASSIGN# 7 TO *
3186 ASSIGN# 8 TO "DADOS8.ED"
3187 FOR K=0 TO X
3188 READ# 8 ; S(K)
3189 NEXT K
3190 PRINT# 1,18 ; S()
3191 ASSIGN# 8 TO *
3195 ASSIGN# 1 TO *
3200 CLEAR @ DISP " GRAVACAO DOS DADOS CONCLUIDA " @ STOP
3210 !      ROTINA PARA
3220 ! FECHAMENTO DOS CANAIS
3230 ! DO CONVERSOR A/D
3240 ! PARA LEITURA DOS
3250 ! TRANSDUTORES
3260 !
3270 IF N>10 THEN GOTO 3430
3280 !
3290 ! PARA O SLOT 0
3300 !
3310 ON N+1 GOTO 3320,3330,3340,3350,3360,3370,3380,3390,3400,3410
3320 OUTPUT 709 ; "CLS0" @ RETURN
3330 OUTPUT 709 ; "CLS1" @ RETURN
3340 OUTPUT 709 ; "CLS2" @ RETURN
3350 OUTPUT 709 ; "CLS3" @ RETURN
3360 OUTPUT 709 ; "CLS4" @ RETURN
3370 OUTPUT 709 ; "CLS5" @ RETURN
3380 OUTPUT 709 ; "CLS6" @ RETURN
3390 OUTPUT 709 ; "CLS7" @ RETURN
3400 OUTPUT 709 ; "CLS8" @ RETURN
3410 OUTPUT 709 ; "CLS9" @ RETURN
3420 !
3430 ! PARA O SLOT 1
3440 !
3450 ON N-9 GOTO 3460,3470,3480,3490,3500,3510,3520,3530,3540,3550
3460 OUTPUT 709 ; "CLS10" @ RETURN
3470 OUTPUT 709 ; "CLS11" @ RETURN
3480 OUTPUT 709 ; "CLS12" @ RETURN
3490 OUTPUT 709 ; "CLS13" @ RETURN
3500 OUTPUT 709 ; "CLS14" @ RETURN
3510 OUTPUT 709 ; "CLS15" @ RETURN

```

```

3520 OUTPUT 709 ; "CLS15" @ RETURN
3530 OUTPUT 709 ; "CLS17" @ RETURN
3540 OUTPUT 709 ; "CLS18" @ RETURN
3550 OUTPUT 709 ; "CLS19" @ RETURN
3560 :
3570 ! FIM DA ROTINA DE
3580 ! FECHAMENTO DOS CANAIS
3590 ! DO CONVERSOR A/D
3600 !
3610 ! ROTINA DO
3620 ! SINAL SONORO
3630 FOR X9=1 TO 5
3640 FOR Y9=1 TO 3
3650 FOR Z9=1 TO 4
3660 BEEP Z9*6,Z9*9
3670 NEXT Z9
3680 NEXT Y9
3690 NEXT X9
3700 FOR Z9=1 TO 2
3710 FOR Y9=1 TO 4
3720 FOR X9=1 TO 2
3730 FOR W9=1 TO 7 STEP 3
3740 BEEP W9*4,W9*3
3750 NEXT W9
3760 NEXT X9
3770 NEXT Y9
3780 NEXT Z9
3790 RETURN
3800 !
3810 ! ROTINA DE LEITURA
3820 ! DOS TRANSDUTORES
3830 !
3850 J=J+1
3860 GOSUB 3610
3865 H2=T1
3870 T1=TIME+T1
3880 !
3890 ! LEITURA DOS
3900 ! TRANSDUTORES
3910 !
3920 ! LVDT
3930 !
3940 !
3950 N=N2 @ GOSUB 3210
3960 OUTPUT 709 ; "FIRIZINGT1"
3970 ENTER 709 ; D8
3980 !
4000 !
4010 ! CARGA
4020 !
4070 N=N4 @ GOSUB 3210
4080 OUTPUT 709 ; "FIRIZINGT1"
4090 ENTER 709 ; C8
4100 !
4110 T3=TIME+H2
4120 !
4130 IF M5="NAO" THEN 4250
4140 !
4150 ! PRESSAO

```

```

4160 !
4170 N=N5 @ GOSUB 3210
4180 OUTPUT 709 ; "FIRIZIN5T1"
4190 ENTER 709 ; I3
4200 !
4210 N=N6 @ GOSUB 3210
4220 OUTPUT 709 ; "FIR-IZIN5T1"
4230 ENTER 709 ; P8
4240 !
4250 T4=TIME+H2
4252 IF JHX THEN GOTO 4270
4254 CLEAR @ DISP USING "7(/)"
4256 DISP "DESLIGUE A PRENSA E AGUARDE NOVA INSTRUCAO PARA PROSSEGUIR"
4258 FOR Z9=1 TO 30
4260 BEEP 30,100 @ BEEP 120,100 @ WAIT 300
4262 NEXT Z9
4270 ! IMPRESSAO DAS LETURAS
4280 !
4290 IF JH0 THEN GOTO 4320
4300 T1=0 @ T4=0 @ T3=0 @ D7=D8 @ C7=C8 @ P7=P8 @ I2=I3
4310 !
4320 IF R13="CHECK" THEN GOTO 4360
4330 PRINT USING "14X,30" ; J
4340 GOTO 4380
4350 !
4360 PRINT "      Check leitura zero"
4370 T1=0 @ T4=0 @ T3=0
4380 !
4390 PRINT USING 4400
4400 IMAGE 32("#")
4410 !
4420 IF M5="NAO" THEN P8,P9(J),I3=0
4430 !
4440 PRINT USING 4450 ; T1,D8*1000,C8*1000,P8*10^6
4450 IMAGE 000000,00000.000,00000.000,000000.0
4460 !
4470 PRINT USING 4480 ; T4-T1
4480 IMAGE 0000,1X,27("-")
4490 !
4520 !
4540 ! CALCULO DOS
4550 !   PARAMETROS
4560 !
4570 IMAGE 5X,27("-")
4580 D9=(D8-D7)*1000/K1/10 ! em cm
4590 C9=(C8-C7)*10^3/K2 ! em N
4600 IF M5="NAO" THEN 4620
4610 P9(J)=(P8/I3-P7/I2)*10^6/K3 ! em xPa
4620 E(J)=100*(D9/H0)
4630 !   Espaco para rotina
4640 ! de correcao de area CD
4650 A1=A0/(1-E(J)/100)
4660 S(J)=C9*10/A1
4670 S1=S(J)-P9(J)+K5
4680 S3=K5-P9(J)
4690 R=S1/S3
4700 !
4710 !   IMPRESSAO

```

```

4720 ! DOS RESULTADOS
4730 !
4740 PRINT USING 4750 ; T4,D9,C9,I3
4750 IMAGE DDDDDD,DDDD.DDD,DDDDDD.D,DDDDDD.DDD
4760 PRIN USING 4570
4770 !
4780 !
4790 PRINT USING 4800 ; E(J),S(J),P9(J)
4800 IMAGE 5X,DDDDD.DDD,DDDDD.D,3X,DDDDD.D
4810 PRINT USING 4570
4820 PRINT USING 4830 ; S1,S3,R
4830 IMAGE 5X,DDDDDD.D,DDDDDD.D,DDDD.DDD
4840 PRINT USING 4570
4850 IF S1=S3 THEN 4880
4860 PRINT USING 4890 ; (S1+S3)/2,(S1-S3)/2,P9(J)/(S1-S3)
4870 GOTO 4900
4880 PRINT USING 4890 ; 1,0,0
4890 IMAGE 5X,DDDDD.DDD,DDDDD.DDD,DDDDD.DDD
4900 !
4910 PRINT USING 4400
4930 IF R1$="CHECK" OR R$="N" THEN RETURN
4940 PRINT# 3 ; I3,D8
4941 PRINT# 4 ; C8,P8
4942 PRINT# 5 ; D9,C9
4943 PRINT# 6 ; T3,R
4944 PRINT# 7 ; (S1+S3)/2,(S1-S3)/2
4945 IF J=0 THEN PRINT# 8 ; 0 ELSE PRINT# 8 ; P9(J)/(S1-S3)
4946 IF J<X THEN GOTO 4959
4947 ASSIGN# 3 TO *
4948 ASSIGN# 4 TO *
4949 ASSIGN# 5 TO *
4950 ASSIGN# 6 TO *
4951 ASSIGN# 7 TO *
4952 ASSIGN# 8 TO *
4959 RETURN
4960 !
4970 ! Identificacao e
4980 !   inicializacao
4990 !   do ensaio
5000 !
5010 PRINT USING 5550
5020 DISP "Identificacao da amostra"
5030 INPUT I$
5040 DISP "Profundiade"
5050 INPUT Z$
5060 DISP "Corpo de prova"
5070 INPUT C$
5080 DISP "Operador"
5090 INPUT O$
5100 !
5110 CLEAR
5120 PRINT
5130 PRINT "          ENSAIO TRIAXIAL      "
5140 PRINT "          ";T5
5150 PRINT @ PRINT USING 5550
5160 PRINT USING 5170 ; I$
5170 IMAGE "Amostra :","/,32A
5180 !
5190 PRINT USING 5200 ; C$

```



```

5200 IMAGE "Corpo de Prova:",/,32A
5210 PRINT USING 5220 ; Z1
5220 IMAGE "Profundidade :",/,32A
5230 PRINT USING 5240 ; O5
5240 IMAGE "Operador :",/,32A
5250 PRINT USING 5550
5260 PRINT "Condições iniciais do CP"
5270 PRINT USING 5280 ; H0,A0,V0
5280 IMAGE 1/,"H0 = ",DDD.DD," cm",/,,"A0 = ",DDD.DD," cm",/,,"V0 = ",DDD.DD," cm3"
5290 PRINT USING 5550
5300 PRINT "Constantes dos trasdutores:" @ PRINT
5310 PRINT USING 5320 ; K1
5320 IMAGE "Desloc."=,DDDD.DD," mV/mm"
5330 PRINT USING 5340 ; K2
5340 IMAGE "Carga ="=,DD.DDDDD," V/N/Vinput"
5350 PRINT USING 5360 ; K3
5360 IMAGE "Pressão=",DDDD.DDD," V/KPa/Vinput"
5370 PRINT USING 5550
5380 PRINT "CANALIS do Conversor A/D" @ PRINT
5390 PRINT "Transdutor      Vinput  Voutput"
5400 PRINT USING 5410 ; 2
5410 IMAGE "Deslocamento",6X,"**", 6X,DD
5420 PRINT USING 5430 ; N4
5430 IMAGE "Carga      ",6X,"**", 6X,DD
5440 PRINT USING 5450 ; N5,N6
5450 IMAGE "Pressão      ",6X,DD, 6X,DD
5460 PRINT USING 5550 @ PRINT
5470 PRINT USING 5480 ; K5
5480 IMAGE "Sigma3 ="=,DDDD., " KPa"
5490 PRINT USING 5500 ; D
5500 IMAGE "Def. esp. máxima ="=,DDD.D," %"
5510 PRINT USING 5520 ; V
5520 IMAGE "Vel. da prensa ="=,DD.DDDD," mm/min"
5530 PRINT @ PRINT
5532 PRINT USING 5534 ; D5
5534 IMAGE "Data do Ensaio: ",/,32A
5536 PRINT @ PRINT
5540 PRINT USING 5550
5550 IMAGE 32("#")
5567 CREATE "DADOS3.ED",1,2048
5568 CREATE "DADOS4.ED",1,2048
5569 CREATE "DADOS5.ED",1,2048
5570 CREATE "DADOS6.ED",1,2048
5571 CREATE "DADOS7.ED",1,2048
5572 CREATE "DADOS8.ED",1,2048
5573 ASSIGN# 3 TO "DADOS3.ED"
5574 ASSIGN# 4 TO "DADOS4.ED"
5575 ASSIGN# 5 TO "DADOS5.ED"
5576 ASSIGN# 6 TO "DADOS6.ED"
5577 ASSIGN# 7 TO "DADOS7.ED"
5578 ASSIGN# 8 TO "DADOS8.ED"
5579 RETURN
5580 ! ROTINA GRAFICA
5590 ! Calculo das escalas
5600 X0=0
5610 Y0=MIN(Y0,P9(J))
5620 Z0=0
5630 X8=MAX(X8,S(J))
5640 Y8=MAX(Y8,P9(J))

```

```

5650 Z8=MAX(Z8,E(J))
5660 IF J<11 OR E*K<40 THEN 6380
5670 Y0=INT(Y0*100)/100
5680 X5=INT(X8/5*100+INT(X8))/100
5690 Y5=INT((Y8-Y0)/5*100+INT(Y8-Y0))/100
5700 Z5=INT(Z8/5*10+.1)/10
5710 X9=5*X5
5720 Y9=Y0+5*Y5
5730 Z9=5*Z5
5740 GRAPH
5750 GCLEAR
5760 SCALE 0,1,-1,1
5770 XAXIS -1,.08,.2,.9 @ XAXIS -1,0,.9,1 @ XAXIS 1,.08,.2,1
5780 XAXIS 0,.16,.2,1
5790 YAXIS .2,.2,-1,1 @ YAXIS 1,0,-1,-.6 @ YAXIS 1,.2,-.6,.6 @ YAXIS 1,0,.6,1
5800 LDIR 0
5810 MOVE .93,.9
5820 LABEL " d"
5830 MOVE .91,.8
5840 LABEL "KPa"
5880 MOVE .9,-.75
5890 LABEL "U"
5900 MOVE .91,-.95
5910 LABEL "KPa"
5950 MOVE .21,-.11
5960 LABEL " e(X)"
5970 ! Posicionamento dos labels
5980 FOR I=0 TO 4
6020 K9=3
6040 MOVE K9/32,I*.2
6050 LABEL VAL5(I*X5)
6060 NEXT I
6070 FOR I=0 TO 4
6110 K9=3
6130 MOVE K9/32,(I-5)*.2
6140 LABEL VAL5(I*Y5+Y0)
6150 NEXT I
6160 FOR I=1 TO 4
6200 K9=1
6210 MOVE (I+1)*.16+K9/32,.05
6220 LABEL VAL5(I*Z5)
6230 NEXT I
6240 ! Regra de tres p/ transformacao das escalas
6250 FOR M=1 TO J
6260 X3=ABS(S(M-1)/X9)
6270 IF M5="NAO" THEN Y3=0 ELSE Y3=ABS((P9(M-1)-Y0)/(Y9-Y0))-1
6280 Z3=ABS(E(M-1)/Z9)*.8+.2
6290 X6=ABS(S(M)/X9)
6300 IF M5="NAO" THEN Y6=0 ELSE Y6=ABS((P9(M)-Y0)/(Y9-Y0))-1
6310 Z6=ABS(E(M)/Z9)*.8+.2
6320 ! Tracado do grafico
6330 MOVE Z3,X3
6340 DRAW Z6,X6
6350 MOVE Z3,Y3
6360 DRAW Z6,Y6
6370 NEXT M
6380 RETURN
6390 DISP "Sigma3 ja foi ajustado(SIM/NAO)";

```

```

6392 INPUT R$
6394 IF R$="SIM" THEN RETURN
6396 CLEAR
6398 DISP "Agora sera iniciado o ajuste de Sigma3."
6400 DISP "Qual o valor da CONTRA-PRESSAO final da fase de SATURACAO";
6402 INPUT 0
6405 DISP USING "3(/)"
6410 DISP " Coloque o transdutor de ForcPressao na pressao atmosferica e aperte a tecla CONT"
6420 PAUSE
6430 C=1
6440 GOSUB 6550
6445 IF C=1 THEN GOTO 6510
6450 S3=(J9/B9-J8/B8)*10^6/K3 ! em KPa
6460 S3=IP(S3*10)/10-C0
6470 CLEAR @ DISP " O valor de Sigma3 e': ";S3;"KPa (SIM/NAO)"
6480 INPUT R$
6490 IF R$="SIM" THEN CLEAR @ DISP "Sigma3 ajustado.AGUARDE" @ WAIT 3000 @ RETURN
6510 CLEAR @ DISP " Ponha o pote de mercurio a uma"
6520 DISP "altura proxima de Sigma3 e aperte a tecla CONT"
6530 PAUSE
6535 C=2
6540 GOTO 6440
6550 N=N5 @ GOSUB 3210
6560 OUTPUT 709 ;"FIRIZINST1"
6570 ENTER 709 ; B9
6580 N=N6 @ GOSUB 3210
6590 OUTPUT 709 ;"FIR-IZINST1"
6600 ENTER 709 ; J9
6610 IF C)1 THEN RETURN
6620 B8=B9 @ J8=J9
6621 CLEAR @ DISP "Vin=";B8,"Vout=";J8*10^6
6622 DISP "Leitura da atmosferica efetuada (SIM/NAO)";
6624 INPUT R$
6626 IF R$="SIM" THEN RETURN
6628 GOTO 6550
6630 RETURN

```

PROGRAMA ARQUIV

```

10 P? = 0 @ A = 0
20 M$ = "NAO"
30 DIM A(105), B(105), C(105)
40 DIM I$(32), Z$(32), C$(32), O$(32), D$(32)
50 CLAR
60 DISP "      Este programa cria um arquivo de dados de um ensaio TRIAXI"
70 DISP "AL (UU, CU e CD), em fita magnetica introduzindo-se os dados pelo"
80 DISP "teclado." @ DISP
90 DIS "      O programa pode tambem ser utilizado para o armazenamento "
100 DISP "da unidade inicial e final, do peso especifico, do grau de satur"
110 DISP "acao e do indice de vazios do C.P."
120 DISP "      Pra dar inicio a entrada dedados  caracteristicas do ensaio tecle CONT."
130 PAUSE
140 CLEAR @ DISP "Deseja criar um arquivo novo      (SIM/NAO)";
150 INPUT R$
160 IF R$# "SIM" AND R$# "NAO" THEN GOTO 140
170 IF R$ = "NAO" THEN GOTO 2850
175 D1, D2, D3, D4, D5 = 0
180 DISP @ DISP "Entre com o nome do arquivo comate 6 caracteres."
190 INPUT A$
200 CLEAR @ DISP "Quantas leituras serao guardadas neste arquivo";
210 INPUT N
220 DISP "Identificacao da amostra";
230 INPUT I$
240 DISP "Profundidade";
250 INPUT Z$
260 DISP "Corpo de prova";
270 INPUT C$
280 DISP "Operador";
290 INPUT O$
300 DISP "Tipo de Ensaio ( UU, CU o CD )";
310 INPUT T$
320 IF T$# "UU" AND T$# "CU" AND T$# "CD" THEN GOTO 300
330 IF T$ = "CD" THEN GOTO 380
340 DISP "Houve medida de Poro Pressao      ( SIM/NAO )";
350 INPUT M$
360 IF M$# "SIM" AND M$# "NAO" THEN GOTO 340
370 IF M$ = "NAO" THEN I2, P8, P9, A = 0
380 DISP "Data de realizacao do ensaio na forma (DD/MM/AA)";
390 INPUT D$
400 DISP "Qual a altura, a area e o volume do C.P. antes da fase de ruptura (cm, cm2, cm3)";
410 INPUT H0, A0, V0
420 ! L=1 @ GOSUB 2920
430 DISP "Qual a constante do LVDT      (mV/mm)";
440 INPUT K1
450 DISP "Qual a constante da L.C.      ( mV/N )";
460 INPUT K2
470 IF T$ = "CD" THEN GOTO 500
480 DISP "Qual a constante do transdutor de Poro Pressao ( V/KPa/Vinput)"
490 INPUT K3
495 GOTO 530
500 DISP "Qual a constante do Medidor de Variacao de Volume (mV/cm3/Vin)";
510 INPUT K6
520 K3 = 6
530 DISP "Qual o valor de 3 (KPa)";
540 INPUT K5

```

```

550 DISP "Qual a velocidade de deformacao da prensa ( mm/min.)";
560 INPUT V
570 MASS STORAGE IS ".ED"
575 ON ERROR GOTO 590
580 PURGE "DADOS2.ED",0
590 CREATE "DADOS2",1,(N+1)*8
600 CREATE "DADOS3",1,(N+1)*8
610 CREATE "DADOS4",1,(N+1)*8
620 CREATE "DADOS5",1,(N+1)*8
630 CREATE "DADOS6",1,(N+1)*8
640 CREATE "DADOS7",1,(N+1)*24
650 CREATE "DADOS8",1,(N+1)*24
660 CREATE "DADOS9",1,(N+1)*24
670 ASSIGN# 2 TO "DADOS2"
680 ASSIGN# 3 TO "DADOS3"
690 ASSIGN# 4 TO "DADOS4"
700 ASSIGN# 5 TO "DADOS5"
710 ASSIGN# 6 TO "DADOS6"
720 OFF ERROR
730 FOR I=0 TO N-1
740 DISP "Quais sao os valores da leitura ("I;"). Na seguinte ordem:"
750 IF T1="CD" THEN GOTO 830
760 IF M1="NAO" THEN I3,P8,P9=0 @ GOTO 800
770 DISP "t(s),Vout(LVDT),Vout(LC)Vout(pp)Vin(pp)";
780 INPUT T3,D8,C8,P8,I3
790 GOTO 850
800 DISP "t(s),Vout(LVDT),Vout(LC)";
810 INPUT T3,D8,C8
820 GOTO 850
830 DISP "t(s),Vot(LVDT),Vout(LC)Vout( V)Vin( V)"
840 INPUT T3,D8,C8,V8,I3
850 PRINT# 2 ; T3/60
860 PRINT# 3 ; I3
870 PRINT# 4 ; D8
880 PRINT# 5 ; C8
890 IF T1="CD" THEN GOTO 920
900 PRINT# 6 ; P8
910 GOTO 930
920 PRINT# 6 ; V8
930 NEXT I
940 ASSIGN# 2 TO *
950 ASSIGN# 3 TO *
960 ASSIGN# 4 TO *
970 ASSIGN# 5 TO *
980 ASSIGN# 6 TO *
990 CLEAR @ DISP "Digitou algum valor errado (SIM/NAO)";
1000 INPUT R5
1010 IF R5="NAO" AND R5="SIM" THEN GOTO 990
1020 IF R5="SIM" THEN GOSUB 2380
1030 CLEAR @ DISP USING "8(/)"
1040 DISP "DADOS SENDO COMPUTADOS. AGUARDE"
1050 ASSIGN# 3 TO "DADOS3.ED"
1060 ASSIGN# 4 TO "DADOS4.ED"
1070 ASSIGN# 5 TO "DADOS5.ED"
1080 ASSIGN# 6 TO "DADOS6.ED"
1090 ASSIGN# 7 TO "DADOS7.ED"
1100 ASSIGN# 8 TO "DADOS8.ED"
1110 ASSIGN# 9 TO "DADOS9.ED"
1120 FOR I=0 TO N-1

```

```

1130 READ# 3 ; I3
1140 READ# 4 ; D8
1150 READ# 5 ; C8
1160 IF T5="CD" THEN 1200
1170 READ# 6 ; P8
1180 IF I=0 THEN I3(0)=I3 @ D8(0)=D8 @ C8(0)=C8 @ P8(0)=P8
1190 GOTO 122
1200 READ# 6 ; V8
1210 IF I=0 THEN I3(0)=I3 @ D8(0)=D8 @ C8(0)=C8 @ V8(0)=V8
1220 D9=(D8-D8(0))/K1/10
1230 C9=(C8-C8(0))/K2
1240 IF M5="NAO" THEN GOTO 1290
1250 P9=(P8/I3-P8(0)/I3(0))/K3
1260 IF T5="CD" THEN GOTO 1290
1270 V9=(V8/I3-V8(0)/I3(0))/K6
1280 A1=(V0-V9)/(H0-D9)
1290 GOTO 1310
1290 E=100*(D9/H0)
1300 A1=A0/(1-E/100)
1310 S=C9*10/A1
1320 S1=S-P9+K5
1330 S3=K5-P9
1340 R=S1/S3
1350 IF M5="NAO" OR I=0 THEN A=0 @ GOTO 1380
1360 IF T5="CD" THEN GOTO 1400
1370 A=P9/(S1-S3)
1380 PRINT# 7 ; P9,S,E
1390 GOTO 1410
1400 PRINT# 7 ; V9,S,E
1410 PRINT# 8 ; D9,C9,R
1420 PRINT# 9 ; (S1+S3)/2,(S1-S3)/2,A
1430 NEXT I
1440 ASSIGN# 3 TO *
1450 ASSIGN# 4 TO *
1460 ASSIGN# 5 TO *
1470 ASSIGN# 6 TO *
1480 ASSIGN# 7 TO *
1490 ASSIGN# 8 TO *
1500 ASSIGN# 9 TO *
1510 MAGE STORAGE IS ":T"
1520 CLEAR @ DISP "Atencao.Agora sera feita a transferencia dos dados do micro para"
1530 DISP "a fita magnetica."
1540 DISP "Coloque a fita na janela e tecleCONT"
1545 PAUSE
1550 CLEAR @ DISP USING "6(/)"
1560 DISP "          AGUARDE."
1570 DISP USING "3(/)"
1580 DISP "DADOS SENDO TRANSFERIDOS"
1590 IF T5="CD" THEN P0=17 ELSE P0=10
1600 CREATE A$,P0,1024
1610 ASSIGN# 1 TO A$
1620 PRINT# 1,1 ; I$,Z$,C$,O$,T$,M$,D$
1630 PRINT# 1,2 ; H0,A0,V0,N
1640 PRINT# 1,3 ; K1,K2,K3,D1,D2,D3,D4,D5
1650 E=IP(E*100)/100
1660 PRINT# 1,4 ; K5,E,V
1670 WAIT 2000
1680 ASSIGN# 7 TO "DADO37.ED"
1690 FOR I=0 TO N-1

```

```

1700 READ# 7 ; A(I),B(I),C(I)
1710 NEXT I
1720 PRINT# 1,5 ; A()
1730 PRINT# 1,6 ; B()
1740 PRINT# 1,7 ; C()
1750 ASSIGN# 7 TO *
1760 WAIT 2000
1770 ASSIGN# 3 TO "DADOS3.ED"
1780 FOR I=0 TO N-1
1790 READ# 3 ; A(I)
1800 NEXT I
1810 PRINT# 1,8 ; A()
1820 ASSIGN# 3 TO *
1830 WAIT 2000
1840 ASSIGN# 4 TO "DADOS4.ED"
1850 FOR I=0 TO N-1
1860 READ# 4 ; A(I)
1870 NEXT I
1880 PRINT# 1,9 ; A()
1890 ASSIGN# 4 TO *
1900 WAIT 2000
1910 ASSIGN# 5 TO "DADOS5.ED"
1920 FOR I=0 TO N-1
1930 READ# 5 ; A(I)
1940 NEXT I
1950 PRINT# 1,10 ; A()
1960 ASSIGN# 5 TO *
1970 WAIT 2000
1980 ASSIGN# 6 TO "DADOS6.ED"
1990 FOR I=0 TO N-1
2000 READ# 6 ; A(I)
2010 NEXT I
2020 PRINT# 1,11 ; A()
2030 ASSIGN# 6 TO *
2040 WAIT 2000
2050 ASSIGN# 8 TO "DADOS8.ED"
2060 FOR I=0 TO N-1
2070 READ# 8 ; A(I),B(I),C(I)
2080 NEXT I
2090 PRINT# 1,12 ; A()
2100 PRINT# 1,13 ; B()
2110 ASSIGN# 8 TO *
2120 WAIT 2000
2130 ASSIGN# 2 TO "DADOS2.ED"
2140 FOR I=0 TO N-1
2150 READ# 2 ; A(I)
2160 NEXT I
2170 PRINT# 1,14 ; A()
2180 PRINT# 1,15 ; C()
2190 ASSIGN# 2 TO *
2200 WAIT 2000
2210 ASSIGN# 9 TO "DADOS9.ED"
2220 FOR I=0 TO N-1
2230 READ# 9 ; A(I),B(I),C(I)
2240 NEXT I
2250 PRINT# 1,16 ; A()
2260 PRINT# 1,17 ; B()
2270 IF T5="CD" THEN GOTO 2290
2280 PRINT# 1,18 ; C()

```

```

2290 ASSIGN# 1 TO *
2300 CLEAR @ DISP USING "6(/)"
2310 DISP "GRAVACAO CONCLUIDA"
2320 DISP @ DISP "Deseja criar um outro arquivo dedados ( SIM/NAO )";
2330 INPUT R$
2340 IF R$# "NAO" AND R$# "SIM" THEN GOTO 2300
2350 IF R$# "NAO" THEN STOP
2360 GOTO 40
2370 END
2380 CLEAR @ DISP "Deseja corrigir algum valor digitado errado(SIM/NAO)";
2390 INPUT R$
2400 IF R$# "NAO" AND R$# "SIM" THEN GOTO 2380
2410 IF R$# "NAO" THEN RETURN
2420 IF R$# "NAO" THEN GOTO 2460
2430 DIS "Qual o valor a ser corrigido T3,I3,D3,C3 ou P3. Respectivamente:"
2440 DISP "t(s),Vint(pp),Vout(LVDT),Vout(LC)Vout(pp)"
2450 GOTO 2480
2460 DISP "Qual o valor a ser corrigido T3,D3 ou C3. Respectivamente:"
2470 DISP "t(s),Vout(LVDT),Vout(LC)"
2480 INPUT P$
2490 IF P$# "T3" THEN X=2 @ GOTO 2540
2500 IF P$# "I" THEN X=3 @ GOTO 2540
2510 IF P$# "D3" THEN X=4 @ GOTO 2540
2520 IF P$# "C3" THEN X=5 @ GOTO 2540
2530 IF P$# "P3" THEN X=6 @ GOTO 2540
2540 ON X-1 GOSUB 2750,2760,2770,2780,2790
2550 FOR I=0 TO N-1
2560 READ# X ; A(I)
2570 NEXT I
2580 ON X-1 GOSUB 2800,2810,2820,2830,2840
2590 DISP "Qual o numero da leitura de ";P$;"que se deseja mudar";
2600 INPUT I
2610 IF I>N-1 THEN DISP "NAO EXISTE TAL LEITURA" @ GOTO 2590
2620 DISP "Valor de ";P$;"( ";I;" )=";A(I)
2630 DISP "Novo valor de ";P$;"( ";I;" )"
2640 INPUT A(I)
2650 DISP "Deseja corrigir algum outro va-lor de ";P$;"(SIM/NAO)"
2660 INPUT R$
2670 IF R$# "NAO" AND R$# "SIM" THEN GOTO 2650
2680 IF R$# "SIM" THEN GOT 2590
2690 ON X-1 GOSUB 2750,2760,2770,2780,2790
2700 FOR I=0 TO N-1
2710 PRINT# X ; A(I)
2720 NEXT I
2730 ON X-1 GOSUB 2800,2810,2820,2830,2840
2740 GOTO 2380
2750 ASSIGN# 2 TO "DADOS2.ED" @ RETURN
2760 ASSIGN# 3 TO "DADOS3.ED" @ RETURN
2770 ASSIGN# 4 TO "DADOS4.ED" @ RETURN
2780 ASSIGN# 5 TO "DADOS5.ED" @ RETURN
2790 ASSIGN# 6 TO "DADOS6.ED" @ RETURN
2800 ASSIGN# 2 TO * @ RETURN
2810 ASSIGN# 3 TO * @ RETURN
2820 ASSIGN# 4 TO * @ RETURN

```



```

2830 ASSIGNH 5 TO * @ RETURN
2840 ASSIGNH 6 TO * @ RETURN
2850 DISP "Qual o nome do arquivo que de deseja complementar os dados";
2860 INPUT A5
2870 CLEAR @ DISP "Ponha a fita em que se encontrao arquivo ";A5;" e tecle CONT"
2880 PAUSE
2890 ASSIGNH 1 TO A5
2900 READ#1,3 ; K1,K2,K3
2910 ASSIGNH 1 TO *
2920 CLEAR @ DISP "Qual a unidade inicial do C.P.";
2930 INPUT D1
2940 DISP "Qual o indice de vazios inicial";
2950 INPUT D2
2960 DISP "Qual o grau de saturacao inicial";
2970 INPUT D3
2980 DISP "Qual o peso especifico inicial";
299 INPUT D4
3000 DISP "Qual a unidade final do C.P.";
3010 INPUT D5
3020 ! IF L=1 THEN RETURN
3030 ASSIGNH 1 TO A5
3040 PRINT# 1,3 ; K1,K2,K3,D1,D2,D3,D4,D5
3050 ASSIGNH 1 TO *
3060 DISP "Deseja recommecar o programa (SIM/NAO)";
3070 INPUT R5
3080 IF R5="SIM" AND R5="NAO" THEN GOTO 3060
3090 IF R5="SIM" THEN GOTO 30
3100 END

```

PROGRAMA TABELA

```

5 DIM R(50)
10 Y=0
20 Z=0
30 DIM A(100)
40 CLEAR @ DISP "Este programa transfere os dados dos ENSAIOS TRIAXIAIS arquivados"
50 DISP "em fita para uma listagem em forma de tabela"
60 DISP @ DISP "A impressora a ser utilizada nesta tarefa devera ser a MONICA"
70 DISP @ DISP "Qual o nome do arquivo a ser transferido";
80 INPUT A$
90 DISP @ DISP "Qual o diametro nominal do Corpo de Prova?"
100 DISP "( 1.4";CHR$(34);", 2.0";CHR$(34);", 4.0";CHR$(34);")";
110 INPUT D9
120 DISP "Insira a fita em que se encontra o ARQUIVO e tecle 'CONT'"
130 PAUSE
140 ASSIGN 1 TO A$
150 READ# 1,1 ; I$,Z$,C$,T$,M$,D$
160 READ# 1,2 ; H$,A$,V$,N
170 READ# 1,3 ; K1,K2,K3
180 READ# 1,4 ; K5,D,V
190 PRINT# 10
200 ! PRINT CHR$(27);"G";CHR$(15)
210 OUTPUT 10 ;CHR$(15)
220 OUTPUT 10 USING 230
230 IMAGE 15(" "),99("H")
240 OUTPUT 10 ;CHR$(15)
249 OUTPUT 10 ;" "
250 OUTPUT 10 USING 260
260 IMAGE 44X,"LABORATORIO DE GEOTECNIA DA COPPE/UFRJ"
261 OUTPUT 10 ;" "
270 OUTPUT 10 ;CHR$(15)
280 OUTPUT 10 USING 230
289 OUTPUT 10 ;" "
290 OUTPUT 10 USING 300 ; T$
300 IMAGE 35X,"Ensaio Triaxial: ",32A
301 OUTPUT 10 ;" "
310 OUTPUT 10 USING 320 ; D$
320 IMAGE 35X,"Data de Realizacao: ",32A
321 OUTPUT 10 ;" "
330 OUTPUT 10 USING 340 ; D9
340 IMAGE 35X,"Diametro Nominal: ",D.D,"""
341 OUTPUT 10 ;" "
350 OUTPUT 10 USING 360 ; I$
360 IMAGE 35X,"Amostra: ",32A
361 OUTPUT 10 ;" "
370 OUTPUT 10 USING 380 ; Z$
380 IMAGE 35X,"Profundidade: ",32A
381 OUTPUT 10 ;" "
390 OUTPUT 10 USING 400 ; C$
400 IMAGE 35X,"Corpo de Prova: ",32A
401 OUTPUT 10 ;" "
410 OUTPUT 10 USING 420 ; K$
420 IMAGE 35X,"Pressao Confinante: ",4D," KPa"
421 OUTPUT 10 ;" "
430 OUTPUT 10 USING 440 ; V/(H0*10)*100
440 IMAGE 35X,"Velocidade de Ensaio: ",D.4D," %/min"
441 OUTPUT 10 ;" "

```

```

450 OUTPUT 10 USING 460 ; 0%
460 IMAGE 35X,"Operador: ",32A
461 OUTPUT 10 ;"      "
462 OUTPUT 10 ;"      "
463 OUTPUT 10 ;"      "
470 OUTPUT 10 USING 480
480 IMAGE 55X,14("=")
490 OUTPUT 10 USING 500
500 IMAGE 55X,"* RESULTADOS *"
510 OUTPUT 10 USING 520
520 IMAGE 55X,14("=")
521 OUTPUT 10 ;"      "
522 OUTPUT 10 ;"      "
530 OUTPUT 10 ;CHR$(15)
540 IF T$="CD" THEN GOTO 690
550 OUTPUT 10 USING 230
551 OUTPUT 10 ;"      "
560 OUTPUT 10 USING 570
570 IMAGE #,16X,"DESLOC.",1X,"DEFORMACAO",1X,"F. DESVIO",1X,"T. DESVIO"
580 OUTPUT 10 USING 590
590 IMAGE #,1X,"PORO",1X,"PRESSAO",1X,"SIGMA'1",1X,"SIGMA'3",1X,"SIGMA'1/"
600 OUTPUT 10 USING 610
610 IMAGE 1X,"Pbarra",1X,"Qbarra",1X,"Abarra"
620 OUTPUT 10 USING 630
630 IMAGE #,17X,"(mm)",7X,"(%)",7X,"(N)",5X,"(KPa)"
640 OUTPUT 10 USING 650
650 IMAGE #,5X,"(KPa)",4X,"(KPa)",4X,"(KPa)"
660 OUTPUT 10 USING 670
670 IMAGE 2X,"SIGMA'3",2X,"(KPa)",3X,"(KPa)"
680 GOTO 810
690 OUTPUT 10 USING 700
700 IMAGE #,18X,"DESLOC.",2X,"DEFORMACAO",2X,"F. DESVIO",2X,"T. DESVIO"
710 OUTPUT 10 USING 720
720 IMAGE #,2X,"DEF.VOLUMETRICA",2X,"SIGMA'1",2X,"SIGMA'1/"
730 OUTPUT 10 USING 740
740 IMAGE 2X,"Pbarra",2X,"Qbarra"
750 OUTPUT 10 USING 760
760 IMAGE #,19X,"(mm)",7X,"(%)",9X,"(N)",7X,"(KPa)"
770 OUTPUT 10 USING 780
780 IMAGE #,10X,"(X)",9X,"(KPa)",3X
790 OUTPUT 10 USING 800
800 IMAGE "SIGMA'3",3X,"(KPa)",3X,"(KPa)"
809 OUTPUT 10 ;"      "
810 OUTPUT 10 USING 230
820 IF Y=1 THEN RETURN
830 CLEAR @ DISP USING "5(/)"
840 DISP "DADOS SENDO TRANSFERIDOS.AGUARDE"
850 MASS STORAGE IS ".ED"
860 ON ERROR GOTO 960
870 CREATE "DADOS1",1,880
880 CREATE "DADOS2",1,880
890 CREATE "DADOS3",1,880
900 CREATE "DADOS4",1,880
910 CREATE "DADOS5",1,880
920 CREATE "DADOS6",1,880
930 CREATE "DADOS7",1,880
940 CREATE "DADOS8",1,880
950 CREATE "DADOS9",1,880
960 OFF ERROR

```

```

970 ASSIGN# 2 TO "DADOS1"
980 ASSIGN# 3 TO "DADOS2"
990 ASSIGN# 4 TO "DADOS3"
1000 ASSIGN# 5 TO "DADOS4"
1010 ASSIGN# 6 TO "DADOS5"
1020 ASSIGN# 7 TO "DADOS6"
1030 ASSIGN# 8 TO "DADOS7"
1040 ASSIGN# 9 TO "DADOS8"
1050 ASSIGN# 10 TO "DADOS9"
1060 IF Z=1 THEN RETURN
1070 FOR K=5 TO 7
1080 MASS STORAGE IS ":T"
1090 READ# 1,K ; A()
1100 MASS STORAGE IS ".ED"
1110 FOR I=0 TO N-1
1120 PRINT# K-3 ; A(I)
1130 NEXT I
1140 ASSIGN# K-3 TO *
1150 NEXT K
1160 FOR K=12 TO 13
1170 MASS STORAGE IS ":T"
1180 READ# 1,K ; A()
1190 MASS STORAGE IS ".ED"
1200 FOR I=0 TO N-1
1210 PRINT# K-7 ; A(I)
1220 NEXT I
1230 ASSIGN# K-7 TO *
1240 NEXT K
1250 FOR K=15 TO 18
1260 MASS STORAGE IS ":T"
1270 READ# 1,K ; A()
1280 MASS STORAGE IS ".ED"
1290 FOR I=0 TO N-1
1300 PRINT# K-6 ; A(I)
1310 NEXT I
1320 ASSIGN# K-6 TO *
1330 NEXT K
1340 Z=1 @ GOSUB 970
1350 FOR I=0 TO N-1
1360 READ# 2 ; A0
1370 READ# 3 ; A1
1380 READ# 4 ; A2
1390 READ# 5 ; A3
1400 READ# 6 ; A4
1410 READ# 7 ; A5
1420 READ# 8 ; A6
1430 READ# 9 ; A7
1440 READ# 10 ; A8
1450 S1=A6+A7
1460 S3=A6-A7
1470 IF T$="CD" THEN GOTO 1530
1480 OUTPUT 10 USING 1490 ; A3*10,A2,A4,A1,A0
1490 IMAGE #,17X,2D.2D,5X,2D.2D,5X,4D.D,3X,4D.D,6X,3D.D
1500 OUTPUT 10 USING 1510 ; S1,S3,A5,A6,A7,A8
1510 IMAGE 4X,4D.D,2X,4D.D,4X,D.3D,2X,4D.D,1X,4D.D,1X,2D.3D
1520 GOTO 1570
1530 OUTPUT 10 USING 1540 ; A3*10,A2,A4,A1,A0
1540 IMAGE 19X,2D.2D,5X,2D.2D,6X,4D.D,6X,4D.D,8X,2D.2D
1550 OUTPUT 10 USING 1560 ; S1,A5,A6,A7
1560 IMAGE 7X,4D.D,5X,D.3D,3X,4D.D,2X,4D.D

```

```

1570 IF I=17 OR I=67 THEN OUTPUT 10 USING "10(/)" @ Y=1 @ GOSUB 540
1580 NEXT I
1590 MASS STORAGE IS "T" @ ASSIGN# 1 TO *
1600 CLEAR @ DISP USING "B(/)"
1610 DISP "TRANSFERENCIA CONCLUIDA"
1620 PRINT CHR$(7);CHR$(7)
1630 DISP @ DISP "Deseja fazer nova tabela(S/N)";
1640 INPUT R$
1650 IF R$(1,1)="S" THEN Z=0 @ Y=0 @ CLEAR @ GOTO 70
1660 CLEAR @ DISP "      PROGRAMACAO CONCLUIDA"
1670 DISP USING "6(/)" @ DISP "      ATE A PROXIMA"
1680 END

```

PROGRAMA PINTOR

```

20 DIM V$(170),Z$(148)
30 DIM V$(32),V$(32),V$(32),V$(32)
40 DIM A$(32),I$(32),Z$(32),C$(32),O$(32),T$(32),M$(32)
50 Y$="NJO"
60 DIM N$(32),D$(32)
70 JB=115 @ J9=83
80 CLEAR
90 DISP "INSIRA CARTUCHO MAGNETICO"
100 DISP "USE COMANDO CAT"
110 DISP "E DEPOIS APERTE A TECLA CONT"
120 PAUSE
130 DISP "ENTRE COM NOME DO ARQUIVO DE DADOS"
140 INPUT A$
150 ASSIGN# 1 TO A$
160 READ# 1,1 ; I$,Z$,C$,O$,T$,M$,D$
170 READ# 1,2 ; H0,A0,V0,Z
180 READ# 1,3 ; W1,W2,W3
190 READ# 1,4 ; W5,D,V
20 CLEAR
210 DISP "DESEJA CABEC.,(S/N)?"
220 INPUT X$
230 IF X$="N" THEN 640
240 PRINT USING 290
250 PRINT
260 PRINT "          ENSAIO TRIAXIAL  "
270 PRINT "          ";T$
280 PRINT @ PRINT USING 290
290 IMAGE 32("N")
300 PRINT USING 310 ; I$
310 IMAGE "Amostra :","/,32A
320 !
330 PRINT USING 340 ; C$
340 IMAGE "Corpo de prova:","/,32A
350 PRINT USING 360 ; Z$
360 IMAGE "Profundidade:","/,32A
370 PRINT USING 380 ; O$
380 IMAGE "Operador:","/,32A
390 PRINT USING 290
400 PRINT "Condições iniciais do CP"
410 PRINT USING 420 ; H0,A0,V0
420 IMAGE 1,,"H0= ",DDD.DDD," cm",/,"A0= ",DDD.DDD," cm",/,"V0= ",DDD.DDD," cm3"
430 PRINT USING 290
440 PRINT "Constantes dos transdutores:" @ PRINT
450 PRINT USING 460 ; W1
460 IMAGE "Desloc.=",1X,DDD.DDD," mV/mm"
470 PRINT USING 480 ; W2
480 IMAGE "Carga =",1X,DD.DDDD," mV/N"
490 PRINT USING 500 ; W3
500 IMAGE "Pressao=",1X,DDC.DDD," V/KPa/Vinput"
510 PRINT USING 290
520 PRINT
530 PRINT USING 540 ; W5
540 IMAGE "Sigma3 =",1X,DDDD.D," KPa"
550 PRINT USING 560 ; D
560 IMAGE "Def. esp. maxima =",DD.D," %"
570 PRINT USING 580 ; V

```

```

580 IMAGE "Vel. da prensa =" ,00.0000," mm/min"
590 PRINT
600 PRINT USING 610 ; D5
610 IMAGE 1X,"Data do ensaio:" ,/,32A
620 PRINT
630 PRINT USING 290
640 V$[1,60]="P.Pressao/ $\Delta V/G$  (KPa, e (Z) Vin(pwp/ V) Vo(LVDT) "
650 V$[61,120]="Vo(L.C.) Vo(pwp/ V) Deform.(cm) Carga(N) Tempo (s "
660 V$[121,168]=" '1/ '3 P efetivo Q efetivo A barra "
670 K3=0 @ K4=0
680 CLEAR
690 IF Y3="SIM" THEN GLOAD "ZZ TOP.ED" @ GOTO 1090
700 DISP "<*> A seguir sera tracada <*> uma tabela contendo a <*>
710 DISP "<*> relacao de variaveis <*> disponiveis ao tra_ <*>
720 DISP "<*> cado de curvas. <*> A abscissa e a orde- <*>
730 DISP "<*> nada devem ser esti- <*> puladas digitando os <*>
740 WAIT 5500
750 DISP "<*> seus codigos.A cte <*> (K),pedida pode ser <*>
760 DISP "<*> usada como um fator <*> de conversao de uni- <*>
770 DISP "<*> dade para cada um dos <*> eixos.Aperte a tecla <*>
780 DISP "<*> CONT para prosseguir <*>"
790 PAUSE
800 GRAPH
810 PEN -1
820 GCLEAR
830 SCALE 0,255,0,11
840 FOR M=127 TO 142 STEP 15
850 FOR G=0 TO 14 STEP 2
860 YAXIS M+G,0,1,190
870 NEXT G
880 NEXT M
890 PEN 1
900 FOR F=J8 TO J9 STEP -1
910 XAXIS F,0,129,253
920 NEXT F
930 PEN 1
940 PEN -1
950 XAXIS 178,0,0,127
960 XAXIS 176,0,0,127
970 MOVE 0,180
980 LABEL " VARIAVEIS COD"
990 FOR E=1 TO 14
1000 O1=170-E*12
1010 O2=O1-1
1020 XAXIS O2-1,0,0,127
1030 MOVE 1,01
1040 IF E<10 THEN E$=" " ELSE E$=" "
1050 LABEL V$[12+E-11,12+EJ&E$&VAL$(E)
1060 NEXT E
1070 YAXIS 97
1080 GSTORE "ZZ TOP.ED"
1090 SCALE 0,255,0,191
1100 MOVE 150,103
1110 PEN 1
1120 LABEL "ESCOLHA X"
1130 MOVE 140,88
1140 INPUT R
1150 GLOAD "ZZ TOP.ED"
1160 MOVE 150,103

```

```

1170 LABEL "DE K,X=K*X"
1180 MOVE 140,88
1190 INPUT K2
1200 GLOAD "ZZ TOP.ED"
1210 MOVE 150,103
1220 LABEL "ESCOLHA Y"
1230 MOVE 140,88
1240 INPUT S
1250 GLOAD "ZZ TOP.ED"
1260 MOVE 150,103
1270 LABEL "DE K,Y=K*Y"
1280 MOVE 140,88
1290 INPUT K1
1300 GLOAD "ZZ TOP.ED"
1310 DIM X(100),Y(100)
1320 R9=0
1330 S9=0
1340 IF T5="CD" AND S=14 THEN R9,S9=1 @ GOTO 1360
1350 IF R<1 OR R>14 THEN R9=1
1360 IF S<1 OR S>14 THEN S9=1
1370 IF FP(R)#0 OR FP(S)#0 OR S=R THEN R9=1
1380 MOVE 126,100
1390 IF R9=1 OR S9=1 THEN CLEAR
1400 IF R9=1 OR S9=1 THEN DISP "DADOS INCORRETOS.ESPERE ALGUNS SEGUNDOS POR NOVAS PERGUNTAS"
1410 WAIT 4000
1420 IF R9=1 OR S9=1 THEN 1100
1430 R1=R+4
1440 S1=S+4
1450 READ# 1,R1 ; X()
1460 READ# 1,S1 ; Y()
1470 H1=X(0) @ H=X(0)
1480 V1=Y(0) @ V2=Y(0)
1490 FOR I=0 TO Z-1
1500 IF H1<X(I) THEN H1=X(I)
1510 IF H>X(I) THEN H=X(I)
1520 IF V1<Y(I) THEN V1=Y(I)
1530 IF V2>Y(I) THEN V2=Y(I)
1540 NEXT I
1550 V1=V1+(V1-V2)*.12
1560 V1=K1*V1
1570 H1=H1+(H1-H)*.12
1580 H1=K2*H1
1590 V2=K1*V2
1600 H=K2*H
1610 GCLEAR
1620 SCALE H,H1,V2,V1
1630 FOR N4=0 TO 10
1640 N3=N4*(H1-H)/10
1650 N2=N4*(V1-V2)/10
1660 IF N2>V1-.1*(V1-V2) THEN 1690
1670 IF V2<0 AND V1-(N2+0)<.06*(V1-V2) THEN 1690
1680 IF V2<0 THEN XAXIS 0+N2,0,H,H1-26*(H1-H)/255 ELSE XAXIS V2+N2,0,H,H1-26*(H1-H)/255
1690 IF V2<0 THEN XAXIS 0-N2,0,H,H1-26*(H1-H)/255
1700 YAXIS H+N3,0,V2,V1-20*(V1-V2)/191
1710 NEXT N4
1720 XAXIS V1
1730 XAXIS V2
1740 YAXIS H1
1750 YAXIS H

```



```

1760 CLEAR
1770 DISP "DESEJA NOTACAO CIENTIFICA EM Y" @ INPUT D75
1780 IF D75[1,1]="N" THEN 1910
1790 W7=ABS(V2)
1800 W8=W7
1810 FOR F=1 TO 99
1820 IF W8=100 AND W8<1000 THEN GOTO 1860
1830 IF W8<100 THEN K3=F ELSE K3=-F
1840 W8=W7*10^K3
1850 NEXT F
1860 FOR F7=0 TO 99
1870 W7=ABS(V1)*10^K3
1880 IF W7<1000 THEN 1910
1890 K3=K3-1
1900 NEXT F7
1910 I8=1
1920 FOR F1=0 TO 10
1930 IF F1=0 AND I8=-1 THEN 2130
1940 IF V2<0 THEN C1=0 ELSE C1=V2
1950 P=C1+I8*((V1-V2)*.1*F1)
1960 IF V1-P<.09*(V1-V2) THEN 2130
1970 Z2=P*10^K3
1980 IF D75[1,1]="N" THEN K9=1000 ELSE K9=10
1990 Z2=IP(Z2/K9)
2000 Z2=Z2/K9
2010 IF I8=-1 THEN S6=5 ELSE S6=4
2020 FOR Z1=0 TO S6
2030 N5=VALS(Z2)@ " "
2040 X7=H1+(H1-H)*(5.1*Z1/255-.1)
2050 MOVE X7,P
2060 PEN -1
2070 LABEL "E"
2080 PEN 1
2090 MOVE X7,P
2100 IF I8=-1 THEN MOVE X7-5.1*(H1-H)/255,P
2110 LABEL N5[Z1+1,Z1+1]
2120 NEXT Z1
2130 NEXT F1
2140 IF I8=-1 THEN 2170
2150 IF V2<0 THEN I8=-1
2160 IF V2<0 THEN GOTO 1920
2170 DISP "DESEJA NOTACAO CIENTIFICA EM X" @ INPUT D75
2180 IF D75[1,1]="N" THEN 2310
2190 W7=ABS(H)
2200 W8=W7
2210 FOR F=1 TO 99
2220 IF W8=100 AND W8<1000 THEN 2260
2230 IF W8<100 THEN K4=F ELSE K4=-F
2240 W8=W7*10^K4
2250 NEXT F
2260 FOR F=0 TO 99
2270 W7=ABS(H1)*10^K4
2280 IF W7<1000 THEN 2310
2290 K4=K4-1
2300 NEXT F
2310 FOR F1=0 TO 4
2320 P=H+(H1-H)*.2*F1
2330 Z2=P*10^K4
2340 FOR Z1=0 TO 4

```

```

2350 N5=VAL$(Z2)&" "
2360 X7=P+5.1*(H1-H)/255*Z1+2*(H1-H)/255
2370 Y7=V1-.1*(V1-V2)
2380 MOVE X7,Y7
2390 PEN -1
2400 LABEL "E"
2410 PEN 1
2420 MOVE X7,Y7
2430 LABEL N5[Z1+1,Z1+1]
2440 NEXT-Z1
2450 NEXT F1
2460 X7=H-2*(H-H1)/255
2470 Y7=V1-(V1-V2)/191*8.1
2480 IF K3=0 THEN V3$=" " ELSE V3$="K10"&VAL$(-K3)
2490 IF K4=0 THEN V4$=" " ELSE V4$="K10"&VAL$(-K4)
2500 V5$=V5[12*R-11,12*R]
2510 V6$=V6[12*S-11,12*S]
2520 MOVE X7,Y7
2530 LABEL TRIM$(V5$)&V4$&"vs "&TRIM$(V6$)&V3$
2540 MOVE K2*X(0),K1*Y(0)
2550 OR K=0 TO Z-1
2560 DRAW K2*X(K),K1*Y(K)
2570 NEXT K
2580 ALPHA
2590 CLEAR
2600 DISP "O GRAFICO,EM TELA,SERA MOSTRADO DE NOVO,E O PROGRAMA SERA PARA- DO,APOS VE-LO, "
2610 DISP "   TECLE (CONT, UANDO DESEJAR   SEGUIR"
2620 WAIT 5000
2630 GRAPH
2640 PAUSE
2650 ALPHA
2660 DISP "DESEJA TRACAR,NA TELA,CUTRO "
2670 DISP "GRAFICO,SIM OU NAO?"
2680 INPUT Y$
2690 IF Y$="SIM" THEN 640
2700 DISP "DESEJA RETRACAR ,AGORA EM PAPEL, O GRAFICO FEITO EM TELA(S/)?"
2710 INPUT X$
2720 IF X$="N" THEN 3910
2730 PRINTER IS 705
2740 PRINT "IN;"
2750 PRINT "IW -300,-100,11300,700;"
2760 PRINT "IP 112,348,10564,7583;"
2770 PRINT "IZ 112,348,10564,7583;"
2780 PRINT "SL 0.577;"
2790 PRINT "SC0,260,10,190;"
2800 PRINT "SP1;GL1,1;DB0;"
2810 PRINT "PA170,55;PD;PR0,135;PU;"
2820 PRINT "PA0,175;PD;PR170,0;PU;"
2830 PRINT "PA 170,190;"
2840 PRINT "LB";"      ENSAIO TRIAXIAL  ";"";"";"
2850 PRINT "PA 170,175;"
2860 PRINT "LB      ";T3;"";"";"
2870 PRINT "SIG.15,0.221;"
2880 PRINT "PA 170,170;PD;PR90,0;"
2890 PRINT "PU;PA 170,165;"
2900 PRINT "LB Amostra :";"";"";"
2910 PRINT "PA 170,160;"
2920 PRINT "LB ";I5;"";"";"
2930 PRINT "PA 170,155;"

```

```

2940 PRINT "LB Corpo de prova :";"";"";"
2950 PRINT "PA 170,150;"
2960 PRINT "LB ";C5;"";"";"
2970 PRINT "PA 170,145;"
2980 PRINT "LB Profundidade :";"";"";"
2990 PRINT "PA 170,140;"
3000 PRINT "LB ";Z5;"";"";"
3010 PRINT "PA 170,135;"
3020 PRINT "LB Operador :";"";"";"
3030 PRINT "PA 170,130;"
3040 PRINT "LB ";O5;"";"";"
3050 PRINT "PA 170,125;PD;PR90,0;PU;"
3060 PRINT "PA 170,120;"
3070 PRINT "LB Condições iniciais do CP";"";"";"
3080 PRINT "PA 170,115;"
3090 PRINT "LB Ho= ";H0;" cm";"";"";"
3100 PRINT "PA 170,110;"
3110 PRINT "LB Ao= ";A0;" cm2";"";"";"
3120 PRINT "PA 170,105;"
3130 PRINT "LB Vo= ";V0;" cm3";"";"";"
3140 PRINT "PA 170,100;PD;PR90,0;PU;"
3150 PRINT "PA 170,95;"
3160 PRINT "LB Constantes dos transdutores";"";"";"
3170 PRINT "PA 170,90;"
3180 PRINT "LB Desloc.= ";H1;" mV/mm";"";"";"
3190 PRINT "PA 170,85;"
3200 PRINT "LB Carga = ";W2;" mV/N";"";"";"
3210 PRINT "PA 170,80;"
3220 PRINT "LB Pres.="&VAL$(W3)&" microV/KPa/Vin";"";"";"
3230 PRINT "PA 170,75;PD;PR90,0;PU;"
3240 PRINT "PA 170,70;"
3250 PRINT "LB Sigma3 =";W5;" KPa";"";"";"
3260 PRINT "PA 170,65;"
3270 PRINT "LB Def. esp. maxima =";D;" %";"";"";"
3280 PRINT "PA 170,60;"
3290 PRINT "LB Vel.da prensa =";VAL$(V)&" mm/min";"";"";"
3300 PRINT "PA 170,55;PD;PR90,0;PU;"
3310 PRINT "PA 200,16;"
3320 PRINT "LB Realizado em :";D5;"";"";"
3330 PRINT "PU;L04;SP2;"
3340 PRINT "SI 0.278,0.4;"
3350 PRINT "PA 85,180;"
3360 Z95=TRIM$(V55)&" "&V45&" vs "&TRIM$(V65)&" "&V35
3370 DISP "
3380 DISP "O TITULO DO GRAFICO SERIA : "
3390 DISP Z95&"
3400 DISP "POREM, LEMBRANDO QUE O PLOTTER NAO ACEITA LETRAS GREGAS, VOCE"
3410 DISP "DESEARIA TROCA-LO POR OUTRO COM ATÉ 40 CARACTERES (S/N)"
3420 INPUT Q05
3430 IF Q05="S" THEN DISP "ENTRE COM O NOVO TITUL "
3440 IF Q05="S" THEN INPUT Z95
3450 OUTPUT 705 ;"LB";Z95;"";"";"
3460 PRINT "IP514,750,6946,6781;"
3470 PRINT "IZ514,750,6946,6781;"
3480 PRINT "SF1;GL1,1;D00;SP2;"
3490 DISP "ENTRECOM:(Xmin,Xmax,Ymin,Ymax), NA FORMA MOSTRADA NOS PARENTESSES"
3500 INPUT A1,A5,B1,B9
3510 DISP "QUANTAS DIVISOES NO EIXO X ?"
3520 INPUT A5

```

```

3530 DISP "QUANTAS DIVISÖES NO EIXO Y ?"
3540 INPUT B5
3550 DISP "DE QUANTO EM QUANTO,DESEJA UM LABEL EM X"
3560 INPUT R7
3570 DISP "DE QUANTO EM QUANTO,DESEJA UM LABEL EM Y"
3580 INPUT R8
3590 IF ABS(A9)>ABS(A1) THEN H9=ABS(A9) ELSE H9=ABS(A1)
3600 IF ABS(B9)>ABS(B1) THEN V9=ABS(B9) ELSE V9=ABS(B1)
3610 FOR I=7 TO 1 STEP -1
3620 IF H9*10^I>32000 THEN N=10^(I-1)
3630 IF V9*10^I>32000 THEN N=10^(I-1)
3640 NEXT I
3650 PRINT "GL";A5;"",B5;"",D60;"
3660 PRINT "SI 0.14,0.201;L016;SP1;"
3670 PRINT "GC";M*A1;"",N*A9;"",N*B1;"",N*B9;"
3680 FOR I=M*A1 TO M*A9 STEP R7*N
3690 PRINT "PU;"
3700 PRINT "PA";I;"",N*B1;"
3710 PRINT "XT;PA";I;"",N*B1;"
3720 PRINT "LB";I/M*10^K4;"",;"
3730 NEXT I
3740 PRINT "PU;L017;"
3750 FOR I=B1*N TO B9*N STEP R8*N
3760 PRINT "PU;"
3770 PRINT "PA";A1*M;"",I;"
3780 PRINT "YT;PA";A1*M;"",I;"
3790 PRINT "LB";I/N*10^K3;"",;"
3800 NEXT I
3810 PRINT "PU;"
3820 FOR I=0 TO Z-1
3830 IF X(I)<A1/K2 OR X(I)>A7/K2 THEN 3880
3840 IF Y(I)<B1/K1 OR Y(I)>B9/K1 THEN 3880
3850 X=IP(M*K2*X(I)) @ Y=IP(N*K1*Y(I))
3860 PRINT "PA"&VALS(X)&"",&VALS(Y)&"
3870 PRINT "PD;"
3880 NEXT I
3890 PRINT "PU;SI;"
3900 GOTO 2590
3910 STOP
3920 END

```

PROGRAMA IMAGEM

```

10 R$="E"
20 DIM U(6),U1(6),E(6),G(6),F1(6)
30 I1=54
40 DIM I0$(32),Z$(32),O$(32),I$(32),Z1$(32)
50 DIM Z2$(40)
60 Y$="NAO"
70 DIM V$(130)
80 Z1=0
90 H1=-INF @ V1=-INF @ H=INF @ V2=INF
100 CLEAR @ DISP " Este programa e' utilizado notracado grafico sob um mesmo sis"
110 DISP "tema de eixos para um maximo de 6 ensaios" @ DISP
120 DISP "Quantos ensaios deseja analisar";
130 INPUT X0
140 DISP " Entre com os nomes dos arquivos, um de cada vez"
150 FOR I=1 TO X0
160 DISP "Arquivo do Ensaio ( ";I;" )";
170 ON I GOTO 180,190,200,210,220,230
180 INPUT A$ GOTO 240
190 INPUT B$ GOTO 240
200 INPUT C$ GOTO 240
210 INPUT D$ GOTO 240
220 INPUT E$ GOTO 240
230 INPUT F$ GOTO 240
240 NEXT I
250 DISP "Deseja normalizar os resultados (S/N)";
260 INPUT R0$
270 GOSUB 1100
280 V$(1,60)="P.Pressao/ V d (KPa) e (X) Vin(pwp/ V) Vo(LVDT) "
290 V$(61,120)="Vo(L.C.) Vo(pwp/ V) Deform.(cm) Carga(N) Tempo (s) "
300 V$(121,160)=" '1/ '3 P efetivo Q efetivo A barra "
310 K3=10^5
320 CLEAR
330 IF Y$="SIM" THEN GLOAD "ZZ TOP.ED" @ GOTO 880
340 DISP "*) A seguir sera tracada ((**)) uma tabela contendo a ((*"
350 DISP "*) relacao de variaveis ((**)) disponiveis ao tra- ((*"
360 DISP "*) cado de curvas. ((**)) A abscissa e a orde- ((*"
370 DISP "*) nada devem ser esti- ((**)) puladas digitando os ((*"
380 WAIT 5000
390 DISP "*) seus codigos.A cte ((**)) (K),pedida pode ser ((*"
400 DISP "*) usada como um fator ((**)) de conversao de uni- ((*"
410 DISP "*) dade para cada um dos ((**)) eixos.Aperte a tecla ((*"
420 DISP "*) CONT para prosseguir ((*"
430 PAUSE
440 GRAPH
450 PEN -1
460 GCLEAR
470 SCALE 0,255,0,191
480 FOR N=127 TO 142 STEP 15
490 FOR G=0 TO 14 STEP 2
500 YAXIS N+G,0,,190
510 NEXT G
520 NEXT N
530 PEN -1
540 FOR F=115 TO 83 STEP -1
550 AXIS F,0,129,253
560 NEXT F

```

```

570 PEN 1
580 PEN -1
590 XAXIS 178,0,0,127
600 XAXIS 176,0,0,127
610 MOVE 0,180
620 LABEL "VARIÁVEIS COD"
630 FOR E=1 TO 14
640 O1=170-E*12
650 O2=O1-1
660 XAXIS O2-1,0,0,127
670 MOVE 1,O1
680 IF E<10 THEN E$=" " ELSE E$=" "
690 LABEL V$(12*E-11,12*E)E$&VAL$(E)
700 NEXT E
710 YAXIS 97
720 GSTORE "ZZ TOP.D"
730 SCALE 0,255,0,191
740 MOVE 150,103
750 PEN 1
760 LABEL "ESCOLHA X"
770 MOVE 140,88
780 INPUT R
790 GLOAD "ZZ TOP.ED"
800 MOVE 150,103
810 LABEL "DE X,X=K*X"
820 MOVE 140,88
830 INPUT K2
840 GLOAD "ZZ TOP.ED"
850 MOVE 150,103
860 LABEL "ESCOLHA Y"
870 MOVE 140,88
880 INPUT S
890 GLOAD "ZZ TOP.ED"
900 MOVE 150,103
910 LABEL "DE K,Y=K*Y"
920 MOVE 140,88
930 INPUT K1
940 GLOAD "ZZ TOP.ED"
950 DIM X(100),Y(100)
960 R9=0
970 S9=0
980 IF R<1 OR R>14 THEN R9=1
990 IF S<1 OR S>14 THEN S9=1
1000 IF FP(R)#0 OR FP(S)#0 OR S=R THEN R9=1
1010 MOVE 126,100
1020 IF R9=1 OR S9=1 THEN CLEAR
1030 IF R9=1 OR S9=1 THEN DISP "DADOS INCORRETOS.ESPERE ALGUNS SEGUNDOS POR NOVAS PERGUNTAS"
1040 WAIT 4000
1050 IF R9=1 OR S9=1 THEN 730
1060 R1=R+4
1070 S1=S+4
1080 CLEAR @ DISP USING "0(/)" @ DISP "EXECUTANDO... AGUARDE"
1090 GOTO 1240
1100 FOR I=1 TO X0
1110 ON I GOTO 1120,1130,1140,1150,1160,1170
1120 X$=A$ @ GOTO 1180
1130 X$=B$ @ GOTO 1180
1140 X$=C$ @ GOTO 1180
1150 X$=D$ @ GOTO 1180

```

```

1160 X%=G% @ GOTO 1180
1170 X%=F% @ GOTO 1180
1180 IF Z1=1 THEN RETURN
1190 CLEAR @ DISP " Coloque o cartucho em que se encontra o arquivo ";X%;"Tecla CONT"
1200 PAUSE
1210 COPY X%":T" TO X%[2,6]$.ED"
1220 NEXT I
1230 RETURN
1240 FOR I=1 TO X0
1250 Z1=1 @ GOSUB 1110
1260 MASS STORAGE IS ".ED"
1270 ASSIGN# 1 TO X%[2,6]
1280 READ# 1,1 ; I%,Z1%,P%,O%,T%
1290 READ# 1,2 ; A,A,A,Z
1300 READ# 1,3 ; A,A,A,D1,D2,D3,D4,D5
1310 READ# 1,4 ; K5,A,V
1320 READ# 1,R1 ; X()
1330 READ# 1,S1 ; Y()
1340 FOR J=0 TO Z-1
1350 IF H1(X(J)) THEN H1=X(J)
1360 IF H(X(J)) THEN H=X(J)
1370 IF V1(Y(J)) THEN V1=Y(J)
1380 IF V2(Y(J)) THEN V2=Y(J)
1390 NEXT J
1400 MASS STORAGE IS ".ED"
1410 ON ERROR GOTO 1430
1420 CREATE X%,1,1720
1430 OFF ERROR @ ASSIGN# I+1 TO X%
1440 PRINT# I+1 ; P%,K5,V,D1,D2,D3,D4,D5,Z
1450 IF K3>K5 THEN K3=K5
1460 FOR J=0 TO Z-1
1470 IF R0%="N" THEN K5=1
1480 PRINT# I+1 ; X(J),Y(J)/K5
1490 NEXT J
1500 ASSIGN# I+1 TO *
1510 MASS STORAGE IS ":T"
1520 NEXT I
1530 Z1=0
1540 CLEAR @ DISP USING 1550 ; IP(H*100)/100
1550 IMAGE "Menor valor de X lido: ",4D.2D
1560 DISP USING 1570 ; IP(H1*100)/100
1570 IMAGE "Maior valor de X lido: ",4D.2D
1580 DISP USING 1590 ; IP(V2*100)/100
1590 IMAGE "Menor valor de Y lido: ",4D.2D
1600 DISP USING 1610 ; IP(V1*100)/100
1610 IMAGE "Maior valor de Y lido: ",4D.2D
1620 DISP @ DISP " Baseado nos dados acima escolha os limites do seu grafico."
1630 DISP @ DISP "Entre com:(Xmin,Xmax,Ymin,Ymax) que voce escolheu"
1640 INPUT A1,A9,B1,B9
1650 IF R0%="N" THEN GOTO 1670
1660 B1=B1/K3 @ B9=B9/K3
1670 CLEAR @ DISP "Quantas divisoes deseja no eixo X";
1680 INPUT A5
1690 DISP "Quantas divisoes deseja no eixo Y";
1700 INPUT B5
1710 CLEAR @ DISP USING "B(/)" @ DISP " AGUARDE"
1720 R7=(A9-A1)/A5
1730 R9=(B9-B1)/B5
1740 IF ABS(A9)>ABS(A1) THEN H9=ABS(A9) ELSE H9=ABS(A1)

```

```

1750 IF ABS(B9))ABS(B1) THEN V9=ABS(B9) ELSE V9=ABS(B1)
1760 FOR I=7 TO 1 STEP -1
1770 IF H9*10^I)32000 THEN M=10^(I-1)
1780 IF V9*10^I)32000 THEN N=10^(I-1)
1790 NEXT I
1800 PRINTER IS 705
1810 PRINT "IN;"
1820 PRINT "R0 90;"
1830 PRINT "VS 50;"
1840 PRINT "IW -100,-300,7600,11300;"
1850 PRINT "IP1117,348,7784,10398;"
1860 PRINT "IZ1117,348,7784,10398;"
1870 PRINT "SL 0.577;"
1880 PRINT "SC 0,200,0,200;"
1890 PRINT "SP1;GL1,1;DG0;"
1900 PRINT "SI .3,.5;PU;L04;"
1910 PRINT "PA 100,190;"
1920 PRINT "LB ENSAIO TRIAXIAL ";T$;" ";";"
1930 PRINT "SI .2,.3;L01;"
1940 IF R$="S" THEN GOTO 1970
1950 DISP "Qual o titulo da amostra";
1960 INPUT I0$
1970 PRINT "PA 15,165;"
1980 OUTPUT 705 ;"LB Amostra: ";I0$;" ";";"
1990 IF R$="S" THEN GOTO 2020
2000 DISP "Qual a profundidade da amostra";
2010 INPUT Z$
2020 PRINT "PA 15,160;"
2030 OUTPUT 705 ;"LB Profundidade: ";Z$;" ";";"
2040 PRINT "FA 15,175;"
2050 OUTPUT 705 ;"LB Operador: ";O$;" ";";"
2060 PRINT "PA 5,170;PD;PR 185,0;PU;"
2070 PRINT "PA 190,170;PD;PR 0,-40;PU;"
2080 PRINT "PA 190,130;PD;PR -185,0;PU;"
2090 PRINT "PA 5,130;PD;PR 0,40;PU;"
2100 PRINT "PA 5,165;PD;PR 185,0;PU;"
2110 PRINT "PA 5,160;PD;PR 15,0;PU;"
2120 PRINT "PA 5,155;PD;PR 185,0;PU;"
2130 PRINT "PA 5,135;PD;PR 185,0;PU;"
2140 PRINT "PA 13,135;PD;PR 0,20;PU;"
2150 PRINT "A 13,150;PD;PR 177,0;PU;"
2160 PRINT "PA 13,145;PD;PR 177,0;PU;"
2170 PRINT "PA 13,140;PD;PR 177,0;PU;"
2180 FOR I=21 TO 126 STEP 21
2190 PRINT "PA";190-I;" ";";130;"PD;PR 0,40;PU;"
2200 NEXT I
2210 PRINT "SI .11,.25;L014;"
2220 PRINT "PA 34,165;"
2230 OUTPUT 705 ;"LB Corpo de Prova n.";" ";";"
2240 PRINT "PA 34,160;"
2250 OUTPUT 705 ;"LB Pressao Confinante (KPa)";";";"
2260 PRINT "PA 34,155;"
2270 OUTPUT 705 ;"LB Velocidade de Ensaio (mm/min)";";";"
2280 PRINT "PA 35,150;"
2290 OUTPUT 705 ;"LB Umidade (%)" ;";";"
2300 PRINT "PA 38,145;"
2310 OUTPUT 705 ;"LB Indice de Vazios" ;";";"
2320 PRINT "PA 38,140;"
2330 OUTPUT 705 ;"LB G. de Saturacao (%)" ;";";"

```



```

2340 PRINT "PA 38,135;"
2350 OUTPUT 705 ;"LB P. esp. seco (g/cm3)";"";"
2360 PRINT "PA 34,130;"
2370 OUTPUT 705 ;"LB Umidade final (%)" ;"";"
2380 PRINT "R0 0;"
2390 PRINT "PA 67,20;"
2400 PRINT "LB inicial";"";"
2410 PRINT "R0 90;"
2420 PRINT "IW -100,-300,7784,11300;"
2430 PRINT "IF 1117,340,7784,10390;"
2440 MASS STORAGE IS ".ED"
2450 PRINT "SI 0.14,0.201;L014;"
2460 PRINT "IZ 1117,340,7784,10390;"
2470 PRINT "EL .577;"
2480 PRINT "SC 0,200,0,200;"
2490 ZI=1
2500 CLEAR @ DISP USING "8(/)" @ DISP "          AGUARDE"
2510 FOR I=1 TO X0
2520 GOSUB 1110
2530 ASSIGNH I+1 TO X%
2540 READH I+1 ; P%,K5,U,U(I),E(I),G(I),Pi(I),U1(I)
2550 I1=I1+21
2560 PRINT "PA";I1;"",",",130;" " @ PRINT "LB";U1(I);"";"
2570 PRINT "PA";I1;"",",",135;" " @ PRINT "LB";Pi(I);"";"
2580 PRINT "PA";I1;"",",",140;" " @ PRINT "LB";G(I);"";"
2590 PRINT "PA";I1;"",",",145;" " @ PRINT "LB";E(I);"";"
2600 PRINT "PA";I1;"",",",150;" " @ PRINT "LB";U(I);"";"
2610 PRINT "PA";I1;"",",",155;" " @ PRINT "LB";U;" "
2620 PRINT "PA";I1;"",",",160;" " @ PRINT "LB";K5;"";"
2630 PRINT "PA";I1;"",",",165;" " @ PRINT "LB";P%;"";"
2640 NEXT I
650 CLEAR @ DISP "Entre com o TITULO do grafico";
2660 INPUT Z9%
270 CLEAR @ DISP USING "8(/)" @ DISP "          AGUARDE"
2680 PRINT "PULO4;SP2;"
2690 PRINT "SI 0.200,0.4;"
2700 PRINT "PA 100,125;"
271 OUTPUT 705 "LB";Z9%;"";"
2720 PRINT "IP 1520,549,7550,6579;"
2730 PRINT "IZ 1520,549,7550,6579;"
2740 PRINT "SP1;GL1,1;DG0;SP2;"
275 PRINT "GL";A5;"",",",B5;"DG0;"
2760 PRINT "SI 0.14,0.201;L016;SP1;"
2770 PRINT "SC";M*A1;"",",",M*AP;"",",",N*B1;"",",",N*B9;"
2780 FOR I=M*A1 TO M*AP STEP R7*M
2790 PRINT "PU;"
2800 PRINT "PA";I;"",",",N*B1;"
2810 PRINT "XT;PA";I;"",",",N*B1;"
2820 PRINT "LB";I/M;"";"
2830 NEXT I
2840 !
2850 PRINT "PU;L017;"
2860 FOR I=B1*M TO B9*M STEP RB*M
2870 PRINT "PU;"
2880 PRINT "PA";A1*M;"",",",1;"
2890 PRINT "YT;PA";A1*M;"",",",I;"
2900 PRINT "LB";I/N;"";"
2910 NEXT I
2920 PRINT "PU;"

```

```

2930 FOR I=1 TO X0
2940 READ# I+1 ; Z
2950 FOR J=0 TO Z-1
2960 READ# I+1 ; X(J),Y(J)
2970 NEXT J
2980 ASSIGN# I+1 TO *
2990 GOSUB 1110
3000 ASSIGN# I+1 TO X$
3010 READ# I+1 ; P$,K$
3020 ASSIGN# I+1 TO *
3030 FOR J=0 TO Z-1
3040 IF X(J)<A1/K2 OR X(J)>A9/K2 THEN 3160
3050 IF Y(J)<B1/K1 OR Y(J)>B9/K1 THEN GOTO 3160
3060 X=IP(N*K2*X(J)) @ Y=IP(N*K1*Y(J))
3070 PRINT "PA"&VAL$(X)&","&VAL$(Y)&";"
3080 IF J=Z-1 THEN GOTO 3130
3090 PRINT "SI .15,.2;"
3100 PRINT "FU;L012;"
3110 PRINT "LB (";P$;");";"";";"
3120 PRINT "PA"&VAL$(X)&","&VAL$(Y)&";"
3130 PRINT "PD;SI;"
3140 NEXT J
3150 PRINT "PU;"
3160 NEXT I
3170 CLEAR @ DISP "DESEJA TRACAR OUTROS RESULTADOS (S/N)";
3180 INPUT R$
3190 IF R$="N" THEN STOP
3200 DISP "Os resultados serao normalizados(S/N)";
3210 INPUT R0$
3220 IF R$="N" THEN STOP
3230 H1=-INF @ V1=-INF @ H=INF @ V2=INF @ Z1=0 @ I1=54
3240 GLOAD "ZZ TOP.ED" @ GOTO 730
3250 STOP
3260 END

```

PROGRAMA SERV01

```

10 ON KEY# 1," k1 =" GOTO 630
20 ON KEY# 2," k2 {" GOTO 620
30 ON KEY# 3,"= k3 " GOTO 770
40 ON KEY# 4,"SAIDA " GOTO 760
50 CLEAR
60 SB$="N"
70 DIM X(280),Y(280),Z$(40),U2$(32),U3$(32),U5$(32),U4$(32)
80 PRINTER IS 705
90 PRINT "IN;"
100 DISP "NTRE COM O TIPO DE ENSAIO REA- LIZADO"
110 INPUT Z$
120 DISP "DE UNIDADE DA VARIÁVEL NO EIXO X"
130 INPUT U0$
140 DISP "DE UNIDADE DA VARIÁVEL NO EIXO Y"
150 INPUT U1$
160 DISP "DE NOME DA VARIÁVEL NO EIXO X"
170 INPUT U2$
180 DISP "DE NOME DA VARIÁVEL NO EIXO Y"
190 INPUT U3$
200 DISP "DE TÍTULO DA AMOSTRA"
210 INPUT U4$
220 DISP "DE PROFUNDIDADE"
230 INPUT U5$
240 DISP "DE PRESSÃO "
250 INPUT U6$
260 DISP "QUANTOS PONTOS QUER TRACAR"
270 INPUT Y9
280 FOR I=1 TO Y9
290 DISP "DE O POTO :";I
300 DISP "NA FORMA :X,Y"
310 INPUT X(I),Y(I)
320 NEXT I
330 SB$="N"
340 M3=1 & Z9$="N" & U5,U4=0
350 DISP "OS GRAFICOS SERAO TRACADOS EM PAPEL (P) OU TRANSPARENCIA (T) ";
360 INPUT S0$
370 IF S0$="T" THEN S0=9 ELSE S0=45
380 IF S0$# "T" AND S0$# "P" THEN 350
390 PRINT "IN;KL1;"
400 IF BIT(SPOLL(705),4)=1 THEN 490
410 ALPHA CURSOR#-1,1 & PRINT "
420 WAIT 500
430 BEEP 250,250 & BEEP 100,100
440 CLEAR
450 DISP USING "64 ( )"
460 WAIT 500
470 DISP HGL$(" COLOQUE PAPEL NO PLOTTER. ")
480 GOTO 400
490 DISP "
500 IF SB$="S" THEN GOTO 770
510 DISP "DESEJA VER OS PONTOS DIGITADOS (S/N)"
520 INPUT A6$
530 IF A6$="N" THEN 950
540 R5=
550 ALPHA 1,1
560 CLEAR

```

```

570 DISP HGL$( "      ")
580 DISP HGL$( " " ) & " " & HGL$( " " )
590 DISP HGL$( " " ) & " PONTO " & HGL$( " " )
600 DISP HGL$( " " )
610 KEY LABEL
620 R5=R5-2
630 R5=R5-1
640 ALPHA 5,1
650 IF R5<1 THEN R5=Y9
660 IF R5>Y9 THEN R5=1
670 DISP HGL$( "      ")
680 DISP HGL$( " " )
690 DISP HGL$( " " ) & VAL$(R5) & HGL$( " ( " )
700 DISP HGL$( " " )
710 DISP " "
720 DISP "X =" ; X(R5)
730 ALPHA CURSORW-1,16
740 DISP "Y =" ; Y(R5)
750 ALPHA CURSORW-1,1
760 GOTO 760
770 Z3=0
780 CLEAR
790 OFF KEYW 1
800 OFF KEYW 3
810 OFF KEYW 3
820 OFF KEYW 4
830 IF Z3=0 THEN B$="ALGUN" ELSE B$="OUTRO"
840 DISP "DIGITOU DE FORMA ERRADA " & B$ & " PONTO (S/N)"
850 INPUT B$
860 Z3=9
870 IF B$# "S" THEN 950
880 DISP "ENTAO, DE NUMERO DO PONTO ERRADO"
890 INPUT K3
900 DISP "O valor ATUAL do ponto e:      X("&VAL$(K3)&")=" ; X(K3) ; " , Y("&VAL$(K3)&")=" ; Y(K3)
910 DISP " "
920 DISP "ENTRE COM: X("&VAL$(K3)&") , Y("&VAL$(K3)&")"
930 INPUT X(K3), Y(K3)
940 GOTO 830
950 DISP " "
960 N1=0 & N2=0
970 DISP "VOCE TEM TRES ESCOLHAS:"
980 DISP " (1)-TRACAR X COMO RAIZ DO TEMPO (2)-TRACAR X COMO LOG. DO TEMPO"
990 DSP " (3)-TRACAR X e Y EM ESCALA LINEAR "
1000 DISP "QUAL E'A SUA ESCOLHA "
1010 INPUT H$
1020 W1,W2,Q1,Q2=777
1030 DISP "DESEJA LIGAR OS PONTOS A SEREM TRACADOS (S/N)"
1040 INPUT T$
1050 DISP "DESEJ QUE O EIXO Y ESTEJA AO LONGO DA MAIOR DIMENSAO DO PAPEL(S/N)"
1060 INPUT W4$
1070 IF W4$="N" THEN 1140
1080 PRINTER IS 705
1090 PRINT "R090;"
1100 PRINT "IW 302,102,7383,10998;"
1110 PRINT "IP 1352,1112,6700,9594;"
1120 PRINT "IZ 1352,1112,6700,9594;"
1130 GOTO 1170
1140 PRINT "IW 02, 302,10998,7383;"
1150 PRINT "IP1512,1352,9994,6380;"

```

```

1160 PRINT "121512,1352,9994,6580;"
1170 DISP "DESEJA INVERTER O EIXO Y (S/N)"
1180 INPUT Z9$
1190 IF Z9$="S" THEN M3=-1
1200 DISP "ENTRE COM Xmin,Xmax,Ymin,Ymax. DIGITE NO FOMATO MOSTRADA LOGO ACIMA "
1210 IF Z9$="S" THEN INPUT T0,T9,P9,F0 ELSE INPUT T0,T9,P0,P9
1220 P0=M3*P0
1230 P9=M3*P9
1240 DISP "QUANTA DIVISOES QUER NO EIXO Y"
1250 INPUT D5
1260 DISP "DE QUANTO EM QUANTO,DESEJA QUE SEJA COLOCADO UM LABEL NA VERTI-CAL?"
1270 INPUT D4
1280 FOR I=10 TO 0 STEP -1
1290 IF ABS(P9)*10^I>32000 OR ABS(P0)*10^I>32000 THEN M=10^(-1)
1300 NEXT I
1310 IF M9=1 THEN 1450
1320 IF M5=3 THEN 3060
1330 FOR I=-8 TO 6
1340 IF LGT(10^I)<=LGT(T0) THEN L0=I
1350 NEXT I
1360 FOR I=0 TO -1 STEP -1
1370 IF LGT(10^I)>=LGT(T9) THEN L1=I
1380 NEXT I
1390 FOR I=9 TO -1 STEP -1
1400 IF L1*10^I>32000 OR ABS(L0)*10^I>32000 THEN N=10^(I-1)
1410 NEXT I
1420 N2=LEN(VAL$(10^L1))
1430 L1=L1*N
1440 L0=L0*N
1450 IF M9=2 THEN 1700
1460 FOR I=-6 TO 6
1470 IF 10^I<T9 THEN W1,W2=10^I
1480 IF 10^(I+1)>T9 AND W1#777 THEN 1510
1490 NEXT I
1500 W1=T9 & W2=T9
1510 X9,P1=IP(T9/W2)*W1
1520 T7=IP((T9-X9)/10^(I-1))
1530 X9=X9+(T7+1)*10^(I-1)
1540 !
1550 FOR I=-8 TO 4
1560 IF 1^I<T0 THEN Q1,Q2=10^I
1570 IF 10^(I+1)>T0 AND Q1#777 THEN 1600
1580 NEXT I
1590 Q1=T0 & Q2=T0
1600 IF T0=0 THEN X8=.02 & GOTO 1640
1610 X8=IP(T0/Q2)*Q1
1620 T7=IP((T0-X8)/10^(I-1))
1630 X8=X8+(T7+1)*10^(I-1)
1640 FOR I=6 TO -1 STEP -1
1650 IF SQR(X9)*10^I>32000 THEN N=10^(I-1)
1660 NEXT I
1670 IF T0=0 THEN L0=0 ELSE L0=SQR(X8)*N
1680 L1=SQR(X9)*N
1690 N2=LEN(VAL$(X9))
1700 V0=IP(P0*N)
1710 V1=IP(P9*N)
1720 PRINT "SC "&VAL$(IP(L0))&","&VAL$(IP(L1))&","&VAL$(IP(V0))&","&VAL$(IP(V1))&";"
1730 IF W4$="N" THEN B6=(L1-L0)*84/(8482*N) ELSE B6=(L1-L0)*84/(5348*N)

```

```

1740 PRINT "SLO.6;"
1750 PRINT "GL";VAL$(1);",";VAL$(D5);",";
1760 PRINT "SP1;VS"&VAL$(S0)&";" ! COR DO RET
1770 PRINT "LOB;PD;DG0;SP2;"
1780 IF H9=2 THEN 2010
1790 C3=0
1800 Z=IP(LGT(X9))
1810 Z1=IP(LGT(X8))
1820 FOR J=1 TO Z-Z1+2
1830 PRINT "D1.004,127.999;"
1840 PRINT "SI0.000,.1265;"
1850 PRINT "PU;"
1860 IF P1(=1 AND X9)=100 THEN W=-2 ELSE W=-1
1870 FOR I=P1 TO 10^Z STEP #*10^Z
1880 IF I(X8 THEN 1980
1890 PRINT "PA"&VAL$(IP(N*SQR(I)))&","&VAL$(V0)&";PD;"
1900 IF I=P1 AND ABS(C3-SQR(P1))=B6 THEN PRINT "LB";VAL$(I)&" ";",";"," @ C3=SQR(P1)
1910 PRINT "PA"&VAL$(IP(N*SQR(I)))&","&VAL$(V0)&";PD;"
1920 PRINT "PR0,";V1-V0;",";
1930 PRINT "PR0,";V0-V1;",";
1940 NEXT I
1950 I=10^Z
1960 Z=Z-1
1970 NEXT J
1980 IF T0#0 THEN 2150
1990 PRINT "PU;PA0,"&VAL$(V0)&";"
2000 PRINT "LB0 ";",";","
2010 IF H9=1 THEN 2150
2020 FOR I=L0/N TO L1/N-1
2030 FOR K=1 TO 10
2040 PRINT "D1 .004,127.999;"
2050 PRINT "SI .0000,.1265;"
2060 PRINT "PU;"
2070 G=K*10^I
2080 PRINT "PA";VAL$(N*LGT(G));",";VAL$(V0);",";PD;"
2090 IF FP(LGT(G))=0 THEN PRINT "LB";VAL$(G)&" ";",";",";
2100 PRINT "PA";VAL$(N*LGT(G));",";VAL$(V0);",";PD;"
2110 PRINT "PR0,";VAL$(V1-V0);",";
2120 PRINT "PR0,";VAL$(V0-V1);",";
2130 NEXT K
2140 NEXT I
2150 IF H9=2 THEN 2190
2160 PRINT "PU;"
2170 PRINT "PA"&VAL$(IP(L1))&","&VAL$(V0)&";PD;"
2180 PRINT "LB";VAL$(X9)&" ";",";",";
2190 PRINT "DI;SI;"
2200 PRINT "PU;L017;"
2210 PRINT "PA"VAL$(L0);",";VAL$(V0);",";
2220 PRINT "SI 0.1309,0.1997;"
2230 FOR I=V0 TO V1 STEP D4*M
2240 PRINT "PU;"
2250 PRINT "PA";VAL$(L0);",";VAL$(I);",";
2260 PRINT "LB";VAL$(M3*I/M)&" ";",";",";
2270 IF LEN(VAL$(M3*I/M))>N1 THEN N1=LEN(VAL$(M3*I/M))
2280 NEXT I
2290 PRINT "PU;L014;"
2300 PRINT "SI;SL;"
2310 IF W45="S" THEN K7=.06 @ K6=.03 @ B8=3 ELSE K7=.09 @ K6=.04 @ B8=4
2320 Y5=V1+(V1-V0)*K7

```

```

2330 X4=L0+(L1-L0)*.7
2340 Y3=V0-(V1-V0)*.0081*(N2+B3)
2350 X9=L0-(L1-L0)*.0081*(N1+4)
2360 X8=L0+(L1-L0)*.01
2370 Y6=V1+(V1-V0)*K6
2380 X7=L0+(L1-L0)*.35
2390 PRINT "PA";VAL$(L0+L1/2);",";VAL$(IP(Y5));","
2400 PRINT "SL0.6;SI0.299,0.430;"
2410 PRINT "L014;"
2420 OUTPUT 705;"LB";Z7$;"",";"
2430 PRINT "SL0.6;SI0.135,0.20;"
2440 PRINT "L011;"
2450 PRINT "PA";VAL$(X3);",";VAL$(IP(Y6));","
2460 OUTPUT 705;"LBAmostr";U4$;"",";"
2470 PRINT "PA";VAL$(X4);",";VAL$(Y6);","
2480 OUTPUT 705;"LBProc.";U5$;"",";"
2490 PRINT "PA";VAL$(X7);",";VAL$(Y6);","
2500 OUTPUT 705;"LBPressao";U6$;"",";"
2510 PRINT "L019;"
2520 PRINT "PA";VAL$(L1);",";VAL$(Y8);","
2530 OUTPUT 705;"LB";U2$&" ("&U0$&)"",";"
2540 PRINT "DI.004,127.999;L017;"
2550 PRINT "PA";VAL$(X9);",";VAL$(U1);","
2560 OUTPUT 705;"LB";U3$&" ("&U1$&)"",";"
2570 PRINT "DI;SI;"
2580 IF U4$="N" THEN PRINT "IZ422,422,1067B,7343;" ELSE PRINT "IZ622,200,7343,1067B;"
2590 PRINT "GL1,1;D00;"
2600 PRINT "GL1,1;D00;"
2610 PRINT "PU;"
2620 PRINT "PU;"
2630 DISP "COLOQUE NA PENA 3 A COR DA CURVA E ENTAO TECLE >> CONT (<)"
2640 PAUSE
2650 PRINT "SP3;"
2660 IF T5$="N" THEN 2770
2670 FOR C=1 TO 3
2680 FOR I=1 TO Y9
2690 IF H9=1 THEN F7$=VAL$(N*SGR(X(I)))
2700 IF H9=2 THEN F7$=VAL$(N*LG(X(I)))
2710 IF H9=3 THEN F7$=VAL$(IP(N*X(I)))
2720 PRINT "PA";F7$;",";VAL$(M*M3*Y(I));",";"
2730 PRINT "PD;"
2740 NEXT I
2750 PRINT "PU;"
2760 NEXT C
2770 IF T5$="S" THEN 2990
2780 PRINT "PU;"
2790 FOR C=1 TO 1
2800 FOR I=1 TO Y9
2810 IF H9=1 THEN F7$=VAL$(N*SGR(X(I)))
2820 IF H9=2 THEN F7$=VAL$(N*LG(X(I)))
2830 IF H9=3 THEN F7$=VAL$(IP(N*X(I)))
2840 PRINT "PA";F7$;",";VAL$(M*M3*Y(I));",";"
2850 PRINT "XT;YT;"
2860 NEXT I
2870 PRINT "PU;"
2880 NEXT C
2890 IF V4=9 OR V5=9 OR T5$="N" THEN 2940
2900 DISP "DESEJA AGORA MARCAR OS PONTOS JA LIGADOS,(S/N)" @ V4=9
2910 INPUT T5$

```

```

2920 IF T55="S" THEN T55="N" ELSE T55="S"
2930 IF T55="N" THEN 2700
2940 IF V5=9 OR V4=9 OR T55="S" THEN 2950
2950 DISP "DESEJA AGOR LIGAR OS PONTOS JA MARCADOS (S/N)" @ V5=9
2960 INPUT T55
2970 IF T55="S" THEN GOTO 2660
2980 DISP "DESEJA RETRACAR A CURVA, FAZENDOMUDANCAS NOS EIXOS E/OU ESCALA (S/N)"
2990 INPUT S35
3000 IF S85="S" THEN GOTO 340
3010 CLEAR
320 DISP USING 3030
3030 IMAGE 200(" ")
3040 DISP " Ate mais ver.Disponha sempre !"
3050 STOP
3060 DISP "QUANTAS DIVISOES QUER NO EIXO X"
3070 INPUT D2
3080 DISP "DE QUANTO EM QUANTO,DESEJA QUE SEJA COLOCADO UM LABEL NA HORI- ZONTAL"
3090 INPUT D3
3100 FOR I=9 TO -1 STEP -1
3110 I ABS(T9)*10^I>32000 OR ABS(T0)*10^I>32000 THEN N=10^(I-1)
3120 NEXT I
3130 V0=IP(P0*M)
3140 V1=IPF9*M)
3150 L1=IP(T9*N)
3160 L0=IP(T0*N)
3170 PRINT "SC"&VAL$(L0)&","&VAL$(L1)&","&VAL$(V0)&","&VAL$(V1)&";"
3180 PRINT "SL0.6;"
3190 PRINT "GL"&VAL$(D2)&","&VAL$(D3)&";"
3200 PRINT "SF1;V5"&VAL$(S0)&";"
3210 PRINT "L01E;P0;D00;SP2;"
3220 PRINT "PU;"
3230 PRINT "SI 0.1309,0.187;"
3240 FOR I=V0 TO V1 STEP D4*M
3250 PRINT "PU;"
3260 PRINT "PA";VAL$(L0);",";VAL$(I);";"
3270 PRINT "LB";VAL$(M3*I/M)&" ";"";"
3280 IF LEN(VAL$(M3*I/M))>N1 THEN N1=LEN(VAL$(M3*I/M))
3290 NEXT I
3300 PRINT "PU;L013;"
3310 PRINT "SI0.00,.1524;"
3320 FOR I=L0 TO L1 STEP D3*N
3330 PRINT "PU;"
3340 PRINT "PA";VAL$(I);",";VAL$(V0);";"
3350 PRINT "LB";VAL$(I/N)&" ";"";"
3360 IF LEN(VAL$(I/N))>N2 THEN N2=LEN(VAL$(I/N))
3370 NEXT I
3380 GOTO 2290
3390 END

```